

**DELHI
UNIVERSITY
LIBRARY.**

DELHI UNIVERSITY LIBRARY

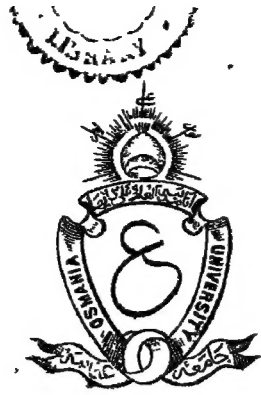
Ol. No. C5:3

168N39

Date of release for loan

Ac. No. 29203

This book should be returned on or before the date last stamped below. An overdue charge of one anna will be charged for each day the book is kept overtime.



سلسلہ کتب اسلامیہ جامعہ اسلامیہ

طبعی مناظر

(برائے بی۔ ایس سی)

تالیف

مولوی محمد عبدالرحمن خانصنا، بی۔ ایس سی آنرز (لندن)
اسوشیٹڈ آف دی رائل کالج آف سائنس (لندن)۔ فیلو آف دی رائل سٹروٹوٹائیگل سوسٹی۔ فیلو آف دی فوئیکل سوسٹی
سابق صدر کلیمہ عثمانیہ حیدرآباد دکن

۳۵۸ء م ۳۳۸ھ م ۱۹۳۹ء

دارالافتاء دارالعلوم دیوبند

15
13

29203



C5:3

16B N39

۴۸۵

تمہید منجانب مؤلف

طبیعی مناظر پر بطور ایک علیحدہ مضمون کے عموماً بہت کم کتابیں لکھی گئی ہیں۔ مستند اساتذہ کی جتنی بھی درسی کتابیں شائع ہوئی ہیں (مثلاً پرسن - آر ڈبلیو ووڈ - شوسلر لیدز وغیرہ کی) ان میں ہندسی و طبیعی مناظر دونوں شامل ہیں۔ اس کی وجہ سے مصنف جب علم المناظر کے دونوں حصوں پر مساوی اور خاطر خواہ توجہ کرنا چاہتا ہے تو کتاب ضخیم ہو جاتی ہے اور جامعات کے طیلسان کے خواہشمند طالب علموں کو اپنی ضروریات کی چیزیں ڈھونڈنے میں بڑی وقت پیش آتی ہے۔

مؤلف نے اپنی اس کتاب میں ان دقتوں کو رفع کرنے کی کوشش کی ہے۔ باوجود اختصار تقریباً ان تمام امور پر بحث کی گئی ہے جن کا جاننا طبیعی مناظر کے مبتدی کے لیے لازمی ہے۔ مہذا تحقیقاتِ حالیہ کے سمجھنے کے لیے جن شعبوں پر بطور خاص توجہ کی ضرورت ہے ان کو ممکنہ سہولت اور وضاحت کے ساتھ پیش کرنے کے لیے اساتذہ کی تقریباً تمام درسی کتابوں سے مدد لی گئی ہے۔ طیف نگاری اور نظریہ طیف پر کافی تفصیل سے لکھا گیا ہے۔ رامن اثر کی بڑھتی اہمیت اور اس کی ہندوستانی نژاد کو پیش نظر رکھ کر اس کے لیے آخری باب مخصوص کر دیا گیا ہے۔

جدید شعبوں کی اہمیت کے ساتھ قدیم شعبوں مثلاً تدخل، انکسار نور، قسملی مناظر، وغیرہ کا بھی حتی الامکان پورا لحاظ رکھا گیا ہے۔

طلبہ کی سہولت کی خاطر اگرچہ معمولی ریاضی ہی سے کام لیا گیا ہے مگر
ہر نتیجہ ضروری استدلال اور تجربی مواد پیش کرنے کے بعد حاصل
کیا گیا ہے۔ فقط

محمد عبدالرحمن خاں

فہرستِ مضمین

طبیعی مناظر

صفحہ نمبر	مضامین
الف	<p>باب (۱)۔ نور کے موجی نظریہ کے متعلق مختصر تاریخی واقعات - ہویگنز (Huygens) کا اصول - معمولی انعکاس و انعطاف نور کے کلیوں کا ثبوت - عدسوں اور سادہ مناظری آلات کے ضابطوں کا موجی نظریہ کے ذریعہ ثبوت - نور کی اشاعت خط مستقیم میں - منطقی نتجی -</p> <p>باب (۲)۔ نور کا تداخل اور اس کے متعلق مختلف تجربے - پتلی جھلیوں کے رنگ - نیوٹن کے رنگین حلقے - اصول تداخل نور کے اطلاقات - تداخل پیمائی اور اس کے آلات -</p> <p>باب (۳)۔ انکسار نور (Diffraction) - تجربی تحقیقات - سیدھی بارڈ سے نور کا انکسار اور اس کے متعلق فرینیئل (Fresnel) کا نظریہ - مسائل انکسار نور کا حل کورنو (Cornu) کے ولی کے ذریعہ - مستوی انکساری جالی کا نظریہ - منقرع جالی میں</p>
۲۲	

صفحہ نمبر	مضامین
۶۸	<p>نور کا انکسار - مقرر جالی کی مختلف تنصیبات (mountings) - دائری سپرہ سے نور کا انکسار - دوربین کی تحلیلی طاقت - ذرات کے زیر اثر نور کا بکھرا (Scattering) -</p> <p>باب ۳ - مناظری طیف - تجربی معلومات - اقسام طیف - طیفی سلسلے اور ان کے متعلق باہر (Balmer) رڈ برگ (Rydberg) اور ریش (Ritz) کے ضابطے - بور (Bohr) کا طیفی نظریہ - ناقصی مار اور سوہر فلڈ (Sommerfeld) کی تصحیح لمحاظ اصول اضافیت (Relativity) - بند نا طیف - ۱۳۹</p> <p>باب ۴ - لیت پیمائی اور اس کے آلات - میٹری یا زینرٹا (Echelon) جالی - لٹری گرتے (Lummer-Gehrcke) کی متوازی تختی - فابری اور پیرو (Fabry and perot) کا تداخلی طیف پیمائے - زیمانی (Zeeman) اثر - اسٹارکی (Stark) اثر - ہیٹس (Astronomy) میں تداخل پیمائے کا استعمال: دھیرے ستاروں کی تحلیل اور علاقائی (giant) ستاروں کے قطر کی پیمائش - ۲۱۳</p> <p>باب ۵ - آئس لینڈ اسپار - مناظری محور - دھیرا انعطاف اور ہوئیگیٹز کی توجیہ - نیکول (Nicol) کا منشور - دو محوری قلموں میں نور کی اشاعت - نور کی موج کی سطح - اندرونی اور بیرونی مخروطی انعطاف - یک محوری اور دو محوری قلموں کے اندر تداخل نور کے مشاہدات اور ان کی تجربی تحقیقات - ۲۶۵</p> <p>باب ۶ - نور کی ناقصی و دائری تقطیبات اور ان کی پہچان - محولانہ تقطیب مناظری تحویل اور شکر پیمائی - انعکاس اور انعطاف نور کے نظریے - ۳۳۷</p>

صفحہ	مضامین
۳۶۵	<p>باب ۱ - انتشارِ نور (Dispersion) کا نظریہ - غیر معمولی (Anomalous) انتشارِ نور کی توجیہ اور تجربے -</p> <p>باب ۲ - ادے اور ایٹھر کی اضافی حرکت - نور کی ٹھنڈالت (Aberration) -</p> <p>فیلسو (Fizeau) کا تجربہ - ایٹھر کا بہاؤ - مائیکلسن اور مورلے (Michelson and Morley) کا تجربہ -</p> <p>ٹراؤٹن اور نوبل (Trouton and Noble) کا تجربہ -</p> <p>آلیوس لاج کا تجربہ - فلز جیرلڈ اور لورنٹس (Fitzgerald-Lorentz Contraction) -</p> <p>آئنسٹائن (Einstein) کا اصولِ اضافیت -</p> <p>اختصاصی نظریہ اور عام نظریہ -</p> <p>باب ۳ - انجذاب و افتراقِ نور (بکھراؤ) میں امتیاز - لگی اشعاع اور فلورینس (سیل اسپاری تزیئر) - انتخابی انعکاس -</p> <p>چھوٹے ذرات سے نور کا افتراق - رامن اثر (Raman Effect) - تجربی نتائج اور مختصر نظریہ -</p>
۳۶۱	

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ
طبیعی مناظر
پہلا باب

نور کا موجی نظریہ

مختصر تاریخی واقعات — آنکھ کو رویت کا احساس نور ہی کی وجہ سے ہوتا ہے۔ نور اپنے مبداء سے نکل کر آنکھ تک پہنچنے کے لیے کسی مادی واسطہ کا محتاج نہیں ہے۔ اگر ایسا ہوتا تو آفتاب اور ستاروں کے وجود کا ہمیں احساس نہ ہوتا۔ پس نور کی اشاعت کے لیے مادی واسطہ کی ضرورت نہیں۔ افلاطون کے زمانہ (۴ صدی قبل مسیح) سے لوگوں کو معلوم ہے کہ نور کسی محلے سطح سے جب ٹوٹتا ہے تو زاویہ وقوع اور زاویہ انعکاس میں مساوی ہوتے ہیں۔

انطاف نور کے کلمے اگرچہ اندلس کے عربوں کو ضابطہ کی شکل میں معلوم نہ تھے تاہم انہوں نے دریافت کر لیا تھا کہ پانی میں جب نور منعطف ہوتا ہے تو زاویہ وقوع کی خاص خاص قیمتوں کے لیے زاویہ انطاف کی بھی خاص خاص قیمتیں ہوتی ہیں اور یہ قیمتیں جدولوں کی شکل میں تیار کر لی گئی تھیں۔ انہیں مشاہدات کی بدولت اوائل سترہ صدی عیسوی میں اسنل (Snell) نے ہالینڈ میں اور ڈیکارٹ (Descartes) نے فرانس میں جیب زاویہ وقوع اور جیب زاویہ انطاف کی مستقل نسبت کا کلیہ دریافت کیا۔ عرصہ دراز سے لوگوں کو اس کا

بھی علم چلا آ رہا ہے کہ نور دو شفاف واسطوں کی قائل سطح سے وقت و احد میں منحرف بھی ہوتا ہے اور منعطف بھی۔

نور کی خط مستقیم میں اشاعت جس کی وجہ سے سایے پیدا ہوتے ہیں یونان کے علماء بھی بخوبی جانتے تھے۔ البتہ ان کا یہ غلط مفروضہ کہ نور آنکھ سے نکل کر جرتی شے تک سفر کرتا ہے نہ کہ مرئی شے سے آنکھ تک انداز کے مربوں نے رد کیا۔

۱۶۶۶ء میں نیوٹن نے انتشار نور کا تجربہ کر کے بتایا کہ سفید نور چند رنگوں کا مرکب ہے۔

ان تمام واقعات کی کم از کم سرسری توجیہ کے لیے ۱۶۸۶ء سے پہلے یہ مفروضہ کافی سمجھا گیا تھا کہ نور کی شعاعیں دراصل بیت ہی چھوٹے جُسمات ہیں جو میدان سے نکل کر خطوط مستقیم میں حرکت کرتے ہیں۔ اگرچہ ۱۶۸۶ء میں رومر (Römer) نے مشتری کے چاند کی حرکتوں کا مشاہدہ کر کے نور کی رفتار کا تخمینہ علمی دنیا کے سامنے پیش کر دیا تھا لیکن نور کے جیسی نظریہ کے حامی نور کی اس اجتہاد جہ تیز رفتار کی اہمیت سے متاثر ہوئے اور جُسمات کو کافی چھوٹا تصور کر کے مطمئن تھے کہ ان کا نظریہ برقرار رہیگا۔

۱۶۸۷ء میں بارتھولینس (Bartholæus) نے ایک محمدی قلموں میں نور کے دو ٹیلے انعطاف کا انکشاف کیا اور ہویگنز (Huygens) نے ۱۶۸۷ء میں نور کے موجی نظریہ کو واضح صورت میں پیش کر کے انعکاس اور انعطاف کی بخوبی توجیہ کی۔ اسی نظریہ کے ذریعہ اس نے ۱۶۹۰ء میں نور کے دو ٹیلے انعطاف کو بھی سمجھایا۔

ہویگنز نے اگرچہ تطبیق نور دریافت کیا لیکن چونکہ اس کے موجی نظریہ میں نور کی موجیں خالی فضاء کی گئی تھیں تطبیق کا مسئلہ اس سے حل نہ ہو سکا۔ مہذا نور کا خط مستقیم میں اشاعت پانڈیجی موجی نظریہ کے خلاف ایک بڑا بھاری اعتراض تھا جو ہویگنز سے رفع نہ ہو سکا۔ جیسی نظریہ کے حامی جن میں نیوٹن اور لایبلاس جیسی شخصیت کے لوگ شریک تھے موجی نظریہ کے خلاف یہ سوال پیش کرتے تھے کہ

اگر نور موجی حرکت کا نتیجہ ہے تو غیر شفاف اجسام کا سایہ کوئی معنی نہیں رکھتا اس لیے کہ عام طور پر موجیں ایسے اجسام کے بازو سے مڑ جاتی ہیں۔ موجی نظریہ کے طرفداروں کو نور کی موجوں کے طول کا ابھی صحیح اندازہ نہ تھا اور نہ وہ اس سے واقف ہو سکے تھے کہ نور بالخصوص دار اجسام یا باریک تاروں کے پاس فی الحقیقت مڑ جاتا ہے۔ یہ واقعات جاب الحکسار نور کے نام سے مشہور ہیں گریمالڈی (Grimaldi) کو ۱۶۶۵ء میں منکشف ہوتے ہوئے رہ گئے۔ اٹیسویں صدی کے آغاز میں تھامس ینگ نے تداخل نور کے تجربے کیے اور ان کی مدد سے نور کے موجی نظریہ کو بڑی تقویت پہنچائی۔ اگرچہ ینگ نے ہولنگنز کی طرح نور کی موجوں کو طوی تصور کیا اور اس لیے تقطیب نور کا مسئلہ حل نہ کر سکا۔ تاہم اس نے تداخلی دھاریوں اور پٹی جھلیوں کے رنگوں کی خاطر خواہ توجیہ کی۔

موجی نظریہ کا سب سے زبردست مؤید فرینیل (Fresnel) تھا۔ اس نے سائنسہ ام میں مناظری تحقیقات شروع کی اور سب سے پہلے بتایا کہ نور کی موجیں عرضی متصور ہونی چاہئیں۔ اس تصور سے تقطیب نور کا مسئلہ آسانی سے حل ہو گیا۔ فرینیل ایک غیر معمولی ذہانت اور فراست کا عالم تھا۔ اُس نے نہ صرف نور کی خط مستقیم میں اشاعت ثابت کی بلکہ دو عجیبے انعطاف اور انکسار نور کے پیچیدہ سے پیچیدہ مسئلوں کو بھی حل کر کے بتایا۔ سائنسہ ام میں جیسی نظریہ کو شکست فاش نصیب ہوئی جبکہ فو کو (Foucault) نے اپنے مشہور تجربہ سے ثابت کر دیا کہ نور کی رفتار پانی میں بہ نسبت ہوا کے کمتر ہے جیسی نظریہ اس نتیجہ پر پہنچاتا ہے کہ ہوا کی بہ نسبت پانی کی کثافت زیادہ ہونے کی وجہ سے نور کے جسیما ت جب ہوا سے نکل کر پانی میں داخل ہوتے ہیں تو ان کی رفتار تیز تر ہو جانی چاہیے۔ جب تک تجربہ سے اس امر کا امتحان نہ ہو سکا تھا جیسی نظریہ بالکل ہی متروک نہیں ہوا تھا۔ لیکن فو کو کے تجربہ کے بعد اس کا کوئی حامی نہ رہا اور موجی نظریہ کو عام مقبولیت حاصل ہوئی۔

کلارک میکسول سے قبل موجی نظریہ کا مفہوم یہ تھا کہ فضاء ایتھر سے بھری ہوئی ہے جو باوجود انتہائی رقت کے فولاد سے کروڑ ہا درجہ زیادہ صلب ہے۔

گویا ایٹھر کو ایک طرف بہت ہی لچکدار ٹھوس ماننا پڑتا ہے اور دوسری طرف اس قدر رقیق کہ اس میں زمین اور ستارے وغیرہ نہایت آسانی کے ساتھ بغیر کسی بھی مزاحمت کے حرکت کرتے ہیں۔

ایٹھر کے اس تصور کا لازمی نتیجہ یہ ہے کہ اس میں جب کبھی نور کی نوعیت کی عرضی موجیں پیدا ہونگی ان کے ساتھ ساتھ طولی موجوں کا وجود بھی لازمی ہو جائے گا۔ نور کے ساتھ ایسی موجیں اب تک باوجود تلاش مشاہدہ نہ ہو سکیں۔

۱۸۶۰ء میں کلارک میکسول نے ان دقتوں سے بچنے کے لیے اور بعض نظری دلائل کی بناء پر نور کا برقی مقناطیسی نظریہ پیش کیا جس میں یہ فرض کیا جاتا ہے کہ نور اس کی دوری طریقہ پر تبدیل ہونے والی برقی قوت اور اس کی متعلقہ دوری مقناطیسی قوت کے مشترک عمل کا نتیجہ ہے۔ اس موجی حرکت کی رفتار مقدار برق کے لیے برقی مقناطیسی اور برقی سکونی اکائیوں میں جہتیں برآمد ہوتی ہیں ان کی نسبت کے مساوی برآمد ہوتی ہے۔ عام برقی مقناطیسی موجوں اور نور کی موجوں میں محض طول موج کا فرق ہے۔ میکسول نے برقی مقناطیسی موجوں کے وجود کا ثبوت نظری دلائل سے پیش کیا تھا۔ ۱۸۹۲ء میں ہرنس (Hertz) نے عملاً ایسی موجیں پیدا کر کے دکھائیں۔

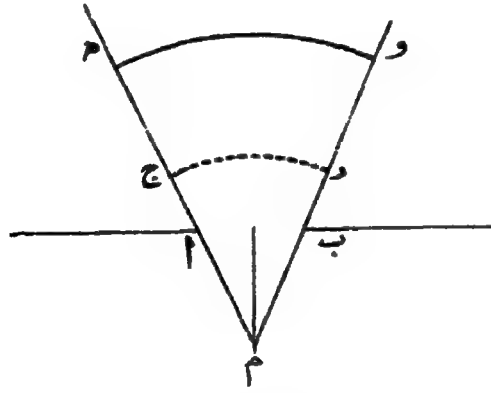
میکسول کے برقی مقناطیسی نظریہ نور کے لیے بھی ایٹھر کا وجود لازمی ہے۔ لیکن اس نظریہ میں ایٹھر کے خواص اور طریقہ عمل سے کوئی بحث نہیں۔ ایچ۔ اے۔ لورنٹس (H. A. Lorentz) نے بعد میں میکسول کے نظریہ کی تکمیل کی۔ اس نے فرض کیا کہ مادے کے سالمات اور جراثیم جو برقیہ ہیں اپنی وضع توازن سے ہٹ کر جب ہتزاز کرتے ہیں تو نور کی اشاعت عمل میں آتی ہے۔ لورنٹس کا نظریہ مقناطیسی مناظر انتشار نور وغیرہ کے مظاہر کی بخوبی توجیہ کر سکا۔ لیکن طیوت کی حقیقت اور ضیاء برقی مظاہر پر کافی روشنی نہ ڈال سکا۔

۱۹۰۰ء میں پلانک (Planck) نے اپنا نظریہ قدریہ علمی دنیا کے سامنے پیش کیا۔ ابتداء بہت کم عالموں نے اس کو قبول کیا لیکن ۱۹۱۰ء میں

آئنسٹائن (Einstein) نے اس میں چند ترمیمات تجویز کیے اور اس کے ذریعہ ضیاء برقی مظاہر کی توجیہ کی۔ ساتھ ہی بور (Bohr) ، سومرفیلڈ (Sommerfeld) وغیرہ نے اس نظریہ قدریہ کا طیف پیمائی پر اطلاق کر کے اس کو نہایت کامیاب ثابت کیا۔

ہوگینز کا اصول — موجی نظریہ کے ذریعہ انعکاس نقطہ

کی توجیہ کے لیے ہوگینز نے ایک نتیجہ خیز اصول پیش کیا جس کی رو سے ناصبیہ موج کا ہر ذرہ ابتدائی خصل کے مائل ثانوی خصلوں کا مرکز بن جاتا ہے۔ اس طرح ہر جو ثانوی موجیں پیدا ہوتی ہیں ان کا لقیات ناصبیہ موج کی ہمد کو آنے والی شکل کی تعبیر کرتا ہے۔ مثلاً فرض کرو کہ اب جہری میں سے فو کی کروی شکل کی جہیں



شکل ۱۔

نکل رہی ہیں اور م ان کا مرکز ہے۔ اگر قوس ج و ناصبیہ موج کی ایک وضع کو تعبیر کرتی ہے تو د ثانیہ بعد کی وضع معلوم کرنے کے لیے ج د پر کے ہر نقطہ کو مرکز مان کر سہ نصف قطر والے دائروں کی قوسیں کھینچو جہاں سہ فو کی رفتار ہے۔ اس طرح جو ثانوی قوسیں دستیاب ہوں گی ان کا لقیات د و ناصبیہ موج کی مطلوبہ وضع کو تعبیر کر چکا۔ اس اصول کے ذریعہ ہوگینز کو انعکاس و انعطاف سمجھانے میں کامیابی حاصل ہوئی۔ لیکن اگر بغور دیکھا جائے تو اس اصول کی

نسبت چند اعراض پیش ہو سکتے ہیں :-
 (۱) کیا وجہ ہے کہ ناصیہ موج نور کی اشاعت کے مخالف سمت میں ثانوی موجوں کا ایک دوسرا ناصیہ موج پیدا نہیں کرتا۔
 (۲) ثقاف سطح کے تماس کے علاوہ ثانوی موجوں کے جو ٹکڑے رہ جاتے ہیں کہاں غائب ہو جاتے ہیں۔

پہلے اعتراض کا یہ جواب دیا جاسکتا ہے کہ ناصیہ موج پر کے ثانوی غلطوں کے مرکز آزاد مبدائے غلط نہیں ہیں بلکہ مبداء م سے آنے والی موجی حرکت کی وجہ سے متحرک ہیں۔ اس بات کو پیش نظر رکھ کر بغیر کسی غیر معمولی وقت کے یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ پیچھے کی طرف ناصیہ موج کیوں نہیں پھیل سکتا۔ دوسرے اعتراض کے ساتھ وہی امور شامل ہیں جو انکسار نور اور خط مستقیم میں نور کی اشاعت کی توجیہ میں پیش آتے ہیں۔ ہوینگنز کا سادہ اصول کافی ترمیم بغیر ان مظاہر کو سمجھانے میں قاصر ہے۔ فرینیل نے یہ فرض کر کے کہ ثانوی موج کا اثر پورے سامنے کے نصف کرہ پر حاوی ہوتا ہے اور مخالف ہیئت کی موجیں ایک دوسرے کو تلف اور مائل ہیئت کی موجیں ایک دوسرے کی بتائید کرتی ہیں (یعنی اصول تداخل سے کام لے کر) ان مظاہر کی خاطر خواہ توجیہ کی۔
 اس وقت اہم ہوینگنز کے ابتدائی اصول کے ذریعہ سے مستوی اور گردی موجوں کے انعکاس اور انعطاف کے کلیے ماخوذ کریں گے۔

مائل مستوی موج کا انعکاس — شکل ۱ میں فرض کرو

کہ اب اور ج د علی الترتیب ایک مستوی ناصیہ موج اور انعکاس انگیز مستوی سطح کو تعبیر کرتے ہیں جو اس صفحہ کے مستوی کے علی القوائم ہیں۔ ب سے اب کے علی القوائم ایک خط ب و کیچھو جو ج د سے نقطہ و پر ملے۔ ا خط ب و کے متوازی اور مساوی کیچھ کر ہ اور و کو بلا دو۔ اگر انعکاس پیدا کرنے والی سطح ج د مائل نہ ہوتی تو خط ہ و ناصیہ موج کی $\frac{1}{2}$ ثنائیہ بعد کی وضع کو تعبیر کرتا جس میں مرا نور کی رفتار فی ثانیہ ہے۔ اب پر کوئی ایک نقطہ ف لے کر

ظاہر ہے کہ ۱ھ واقع شعاع کی سمت ہے اور ۲ از منعطف شعاع کی سمت۔ ۱ اوھ زاویہ وقوع کے مساوی ہے اور ۱ وز زاویہ انعطاف کے مساوی۔ پس ان دو اہٹوں کے لیے

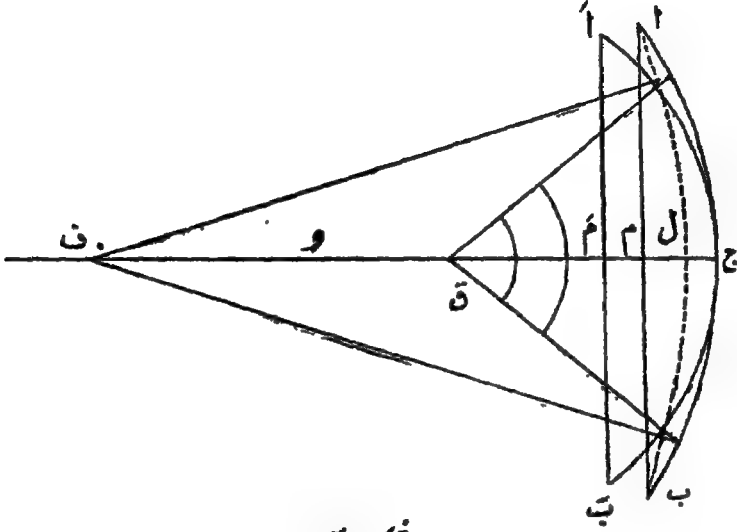
$$\frac{\text{انعطاف نما ہر}}{\text{جیب اوز}} = \frac{\text{جیب ادھ}}{\frac{۱۲}{۱۰}} = \frac{۱۱}{۱۲} = \frac{۱۱}{۱۲} = \frac{\text{مسا}}{\text{مسا}}$$

اگر پہلا واسطہ ہوا اور دوسرا پانی یا شیشہ ہے تو چونکہ ہر یعنی انعطاف کی قیمت اس صورت میں اکائی سے زیادہ ہے اس لیے ہولیکنز کے اس نظریہ سے ہوا میں نور کی رفتار بہ نسبت پانی یا شیشہ کے زیادہ ہے۔ جیسا کہ ہم آگے چل کر بتائینگے۔ فو کو کے تجربہ سے بھی یہی ثابت ہوتا ہے۔ نیوٹن کا جیسی نظریہ اس کے خلاف نتیجہ ظاہر کرتا ہے اس لیے غلط مانا جاتا ہے۔

مقعر آئینہ میں کروی موجوں کے انعکاس کا

ضابطہ — فرض کرو شکل ۷۷ میں نقطہ ف مبدائے نور ہے جس سے نکل کر نور کی موجیں مقعر آئینہ ۱ ج ب سے منعکس ہوتی ہیں۔ ہم فرض کریں گے کہ ف مقعر آئینہ کے مرکز و سے دور واقع ہے۔ ایسی صورت میں نور کی کروی موج ۱ ل ب آئینہ کے کناروں ۱ اور ب کو مس کریگی تو اس کا وسطی حصہ ۱ ل آئینہ کے وسطی حصہ ج سے بقدر فاصلہ ج ل آگے کو بڑھا ہوا ہوگا۔ ل سے نکلی ہوئی تناوی موجیں جب ج کو مس کریں گی تو ۱ اور ب سے نکلی ہوئی تناوی موجیں علی الترتیب ۱ اور ب تک پہنچ جائیں گی۔ چونکہ آئینہ کا سہوہ ۱ ج بمقابل آئینہ کے مرکز کے بہت چھوٹا مانا جاتا ہے اس لیے ۱ اور ب ب نہ صرف ل ج کے مساوی بلکہ اس کے متوازی بھی تصور ہو سکتے ہیں۔ پس ۱ ج ب منعکس تناوی موجوں کا لغات اور اس لیے منعکس ناصیہ موج ہے۔ سہوہ چھوٹا ہونے کی وجہ سے ہم اس کو بھی کروی مان سکتے ہیں۔ فرض کرو اس کا مرکز ق ہے ق ف سے نکلی ہوئی کروی موجیں آئینہ سے منعکس ہو کر ق میں سے گزریں گی۔ اس لیے ق آئینہ میں

ف کا خیال ہوگا۔



شکل ۱۰

ا ب اور ا ب محور ف ج کو مل القریب م اور م نقطوں میں قطع کرتے ہیں۔ اگر م آئینہ کا نصف قطر ہو تو دائرہ کے خواص سے

$$۲ \text{ م ج} = ج م$$

$$\text{پس } \frac{ج م}{۲ م} = \frac{۱}{م}$$

$$م = ا م = ی \text{ یا } \frac{ج م}{۲ م} = \frac{۱}{م} \text{ تو } \frac{ج م}{۲ م} = \frac{۱}{م}$$

$$\text{اسی طرح } \frac{ج م}{۲ م} = \frac{۱}{م} \text{ اور } \frac{ج م}{۲ م} = \frac{۱}{م}$$

ف ل تقریباً ج ل کے مساوی ہے اس لیے اس کو آئینہ سے شخص کا فاصلہ تصور کر سکتے ہیں ق ج آئینہ سے خیال کا فاصلہ خ ہے۔

$$\text{پس } \frac{ج م}{۲ م} = \frac{۱}{م} \text{ اور } \frac{ج م}{۲ م} = \frac{۱}{م}$$

لیکن شکل سے واضح ہے کہ $\text{م ج} - \text{م ج} = ۱۱ = \text{م ج} - \text{م ل}$

$\therefore \text{م ج} + \text{م ل} = \text{م ج} + \text{م ل} = ۲۲$

مساوات کی ہر ایک رقم کو $\frac{۲}{۱۵}$ سے ضرب دینے سے

$$\frac{\text{م ج} ۲}{۱۵} - \frac{\text{م ل} ۲}{۱۵} = \frac{\text{م ج} ۲}{۱۵} + \frac{\text{م ل} ۲}{۱۵}$$

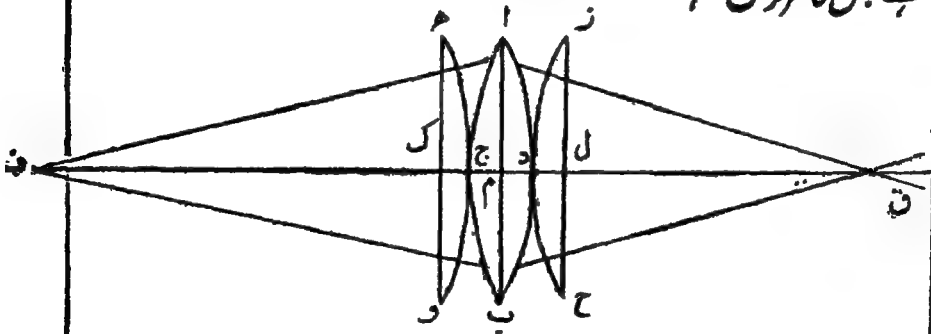
$$\therefore \frac{۲}{۱۵} = \frac{۱}{۱۵} + \frac{۱}{۱۵}$$

جو چھوٹے سپرہ کے گردی آئینوں کے انعکاس کا ضابطہ ہے۔

پتلے عدسہ کے ماسکی فضل کا ضابطہ — شکل ۷ میں

فرض کرو ا ج ب د ایک محدب الطرفین پتلا عدسہ ہے اس کے محور پر ف ایک شخص (نقطہ) ہے جس سے گردی موجیں نکل کر عدسہ میں داخل ہوتی ہیں۔ ا ج د ایک گردی موج عدسہ کو ٹیک نقطہ ج پر مس کر رہی ہے۔ عدسہ میں سے خارج ہونے کے بعد موج کا انحناء دوسری طرف ہوتا ہے یعنی موجیں بجائے موشع ہونے کے مستقیم ہوتی ہیں اور بالآخر نقطہ ق پر اکٹھی ہوتی ہیں نقطہ ق نقطہ ف کا خیال ہے۔

فرض کرو عدسہ سے ٹیک خارج ہونے کے وقت موج کی تصویر زد ح سے ہوتی ہے جس کا مرکز ق ہے۔



شکل ۷

اب کو ملاؤ۔ فرض کرو اس کا تقاطع محور ف ق کے ساتھ نقطہ م پر ہے۔

اسی طرح عمود $د$ اور $ز$ ح محور کو علی الترتیب $ک$ اور $ل$ نقطوں میں قطع کرتے ہیں۔

ف سے جو شعاعیں $ق$ تک جاتی ہیں ان سب کا منافی طول مساوی ہے پس

$$۱۵ + ۱ز = مر (ج د)$$

$$\text{اس لیے } ک م + م ل = مر (ج د)$$

$$\therefore ک ج + ج م + م د + د ل = مر (ج م + م د)$$

$$\therefore ک ج + ج د ل = (مر - ۱) (ج م + م د)$$

پس اگر $۱م = ھک = زل$ کو $ی$ سے تعبیر کریں تو مساوات کو $\frac{۲}{ی}$ سے

ضرب دینے سے

$$\left(\frac{۲۲}{ی} + \frac{۲ج}{ی} \right) (۱-مر) = \frac{۲د}{ی} + \frac{۲ک}{ی}$$

لیکن $از$ و $لے$ خواص دائرہ $۲ (ف ج) (ک ج) = ی$ $\therefore \frac{۲ک}{ی} = \frac{۱}{ف ج}$

اسی طرح مساوات کی دوسری رقموں کے لیے بھی ایسے ہی نتائج برآمد ہونگے۔ پس

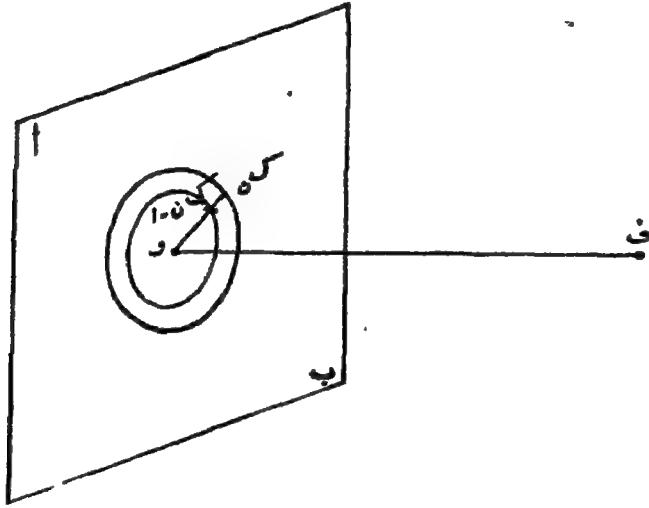
$$\left(\frac{۱}{ص} + \frac{۱}{ص} \right) (۱-مر) = \frac{۱}{خ} + \frac{۱}{ش}$$

جس میں $ش = ف ج$ اور $خ = د ق$ ۔ عام قرار داد کے لحاظ سے ہی مثبت منفی علامتیں فرض کی گئی ہیں۔

$$\therefore \frac{۱}{خ} - \frac{۱}{ش} = (۱-مر) \left(\frac{۱}{ص} - \frac{۱}{ص} \right) \text{ جو عددوں کا عام ضابطہ ہے۔}$$

نور کی اشاعت خط مستقیم میں (فرینیل کی توجیہ)

فرینیل نے ناصبیہ موج کو نصف دوری عناصر میں تقسیم کر کے کسی دیے ہوئے مقام پر ان کے مجموعی اثر کی تخمین کی اور بتایا کہ وسیع پہلو سے نور کی اشاعت خط مستقیم میں ہوتی ہے۔ فرینیل کے استدلال میں بعض خامیاں ہیں جن کو کرخ ہوف (Kirchhoff) نے بعد کو رفع کیا۔ یہاں فرینیل ہی کا ثبوت دینگے۔ اور اس کے سقم کی طرف اشارہ کرنے پر اکتفا کریں گے۔ فرض کرو اب ایک مستوی ہے جس میں سے ایک لونی نور کے مستوی ناصبیہ موج گزر رہے ہیں۔ ہمیں یہ دریافت کرنا مقصود ہے کہ اب کے سامنے نقطہ ف پر ناصبیہ موج کا کیا اثر ہوگا۔ یہ تصور کیا جاتا ہے کہ موجوں کا ایک سلسلہ قائم ہے اور ان کی ساخت جیسی ہے۔ ف سے عمود ف و مستوی اب پر گراؤ۔



شکل ۱۰

اور اس کے طول کو ط مانو۔ د کو ف کا قطب کہتے ہیں۔ ف کو مرکز مان کر

$$\frac{ط}{۱} + \frac{ط}{۲} + \frac{ط}{۳} + \frac{ط}{۴} + \dots + \frac{ط}{(۱-ن)} + \frac{ط}{ن}$$

نصف قطر کے کڑے کھینچو مستوی اب کو دائروں میں قطع کریں گے۔ شکل میں صرف آخری دو نصف قطر کے دائرے بتائے گئے ہیں۔ د سے ایک خط

کھینچو جو ان دائروں کو ک_۱۔ اور ک_۱ نقطوں میں قطع کرے۔ آخری دو دائروں کے درمیانی منطقہ کا رقبہ

$$\pi = (\text{وک}^۱ - \text{وک}^۲)$$

$$\pi = \{ (\text{فک}^۱ - \text{ط}^۱) - (\text{فک}^۲ - \text{ط}^۲) \}$$

$$\pi = (\text{فک}^۱ - \text{فک}^۲) - (\text{ط}^۱ - \text{ط}^۲)$$

$$\pi = \left\{ \left(\frac{\text{ن}}{۱} + \text{ط} \right) - \left(\frac{\text{ن}}{۲} + \text{ط} \right) \right\} \pi =$$

$\pi = \text{ط}^۱$ اگر ہم ل_۱ کو دوسرے مقادیر کے مقابلہ میں نظر انداز کر دیں۔ چونکہ ن کی کوئی سی قیمت لی جاسکتی ہے اس لیے کسی بھی دو متصل گروں کے مابین کا ستوی ۱ ب کا مقطع تقریباً مستقل رقبہ رکھتا ہے۔

چونکہ ۱ ب مستوی ناصبیہ سورج ہے اس کا ہر نقطہ حالت اتہزاز میں ہے اور کسی وقت بھی ان تمام نقطوں کے اتہزاز کی ہیئت ایک ہی ہے۔ پہلے منطقہ سے نقطہ ف کا فاصلہ ط اور ط + ل کے مابین ہے۔ دوسرے منطقہ سے اس کا فاصلہ ط + ل اور ط + ل کے مابین ہے۔ اسی طرح بقیہ منطقوں کے فاصلے بھی دو حدود کے مابین واقع ہیں۔ پس اگر یہ فرض کیا جائے کہ ف پر پہلے منطقہ سے آنے والی ثانوی موجوں کا حاصل اثر مثبت ہے تو دوسرے منطقہ سے آنے والی موجوں کا حاصل اثر منفی ہوگا۔ اسی طرح طاق عدد والے منطقوں کا مثبت اور جفت عدد والوں کا منفی۔ پس اگر ح حاصل اثر ہے تو

$$ح = \text{م}^۱ - \text{م}^۲ + \text{م}^۳ - \text{م}^۴ + \dots + (-1)^{n+1} \text{م}^n$$

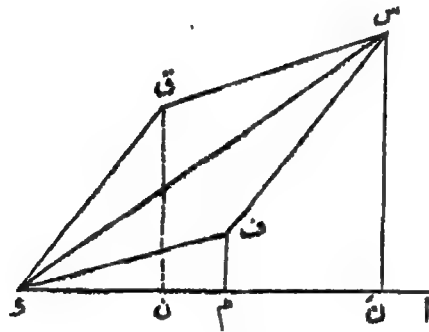
جس میں جملہ کی رقبے ترتیب وار متناظر منطقوں سے پیدا ہونے والے اثرات کی تعبیر کرتی ہیں۔

فرا ساغور کر کے دیکھنے سے معلوم ہوگا کہ ان منطقوں کا رقبہ صرف ن کی چھوٹی قیمتوں کے لیے مساوی ہو سکتا ہے۔ اس لیے کہ ل_۱ والی قسم

یعنی نقطہ ف پر ناصیہ موج کا حاصل اثر صرف پہلے اور آخری منطقوں کے اثروں کا نصف ہے۔

ہم ترسیبی طریقہ سے بھی اس نتیجہ پر پہنچ سکتے ہیں۔ چنانچہ شکل ۷ کے ملاحظہ کیے معلوم ہوگا کہ ایک ہی وقت میں دو سادہ موسیقی حرکتیں سمیتوں کے متوازی الاضلاع کے ذریعہ مرکب ہو سکتی ہیں۔

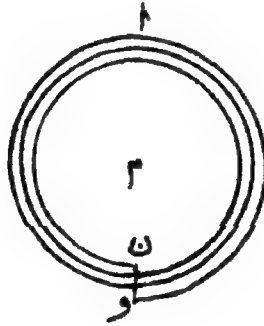
فرض کرو 'ف'، 'وق' دی ہوئی دو سادہ موسیقی حرکتوں کے جٹہ ارتعاش ہیں یعنی ان حرکتوں سے نسبت رکھنے والے دائروں کے نصف قطر ہیں۔ 'ف' اور 'ق' ایک ہی زاویہ رفتار سے گزرتے ہیں اپنے اپنے دائروں میں حرکت کرینگے۔ حوالہ کے خط ۱ پر 'ف' اور 'ق' سے جو عمود 'م' اور 'ن' گرائے جائینگے ان کے سروں 'م' اور 'ن' کی حرکت سادہ موسیقی ہوگی۔ دونوں حرکتوں کی زاویہ رفتار



شکل ۱۱

ایک ہونے کی وجہ سے زاویہ ف و ق مستقل ہوگا اور وس حاصل مجموعی سادہ موسیقی حرکت کے دائرہ کا نصف قطر ہوگا۔ یعنی س سے جمعود س ن خط اب پر ڈالا جائیگا۔ اس کے سرے ن کی حرکت حاصل سادہ موسیقی ہوگی۔ اس لیے کہ م ن = دن اگر دو سے زاؤ لیکن ایک ہی زاویہ رفتار کی سادہ موسیقی حرکتوں کا حاصل دریافت کرنا ہو تو سمتیوں کے کثیر الاضلاع کے ذریعہ حاصل موسیقی حرکت کی تعین ہو سکتی ہے۔ واضح ہو کہ کسی بھی نصف دوری منطقہ کے اندرونی اور

بیرونی کناروں سے آنے والی حرکتوں میں کامل π کا تفاوت بہت کم ہے۔
پس پہلے منطقہ سے آنے والی ثانوی موجوں کے حامل اثر کی تعبیر خط α سے
ہوگی (دیکھو شکل ۷۵)۔ چونکہ شکل ۷۵ میں نقطہ α سے منطقوں کے اندر
کنارے ان کے بیرونی کناروں سے ذرا سے قریب تر ہوتے ہیں اس لیے شکل ۷۵ میں
۱ کا مستحی بھٹیک نصف دائرہ نہ ہوگا بلکہ α کی بہ نسبت α مرکز α سے خفیف سا
قریب تر ہوگا۔ اسی طرح دوسرے منطقوں کے اثر کی اگر تعین کی جائے تو لوبی کی
سی شکل بنیگی۔ شکل ۷۵ میں چند منطقوں کا اثر α و α بتایا گیا ہے۔ اگر مزید
منطقوں کا حاصل اثر معلوم کرنا ہو تو اسی ترسیم کا سلسلہ جاری رکھا جاسکتا ہے
حتیٰ کہ بالآخر لوبی چل کر مرکز α پر ختم ہو جائیگی۔ جس کا مفہوم یہ ہے کہ جملہ
محکم منطقوں کا حاصل اثر پہلے منطقہ کے حاصل کا تقریباً نصف ہوتا ہے۔



شکل ۷۵

اگر نقطہ α پر (شکل ۷۵) صرف پہلے منطقہ ہی سے نور کی ثانوی موجیں
آئیں گی تو α بہت سنور ہوگا اور اگر پہلے دو منطقوں سے تو α تار یک ہوگا
اور اگر α پر منطقہ کافی بڑی تعداد میں عمل کریں گے تو حاصل اثر صرف پہلے منطقہ کے
اثر کا نصف ہوگا جیسا کہ ابھی بیان کیا گیا۔ ہم انحصار نور کے باب میں
مکرر ان امور پر بحث کریں گے۔
واضح ہو کہ اگر پہلے منطقہ کو (شکل ۷۵) متعدد منطقوں میں تقسیم کریں تو

یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ اس منطق کی وجہ سے ف پر حاصل موج کی ہیئت ایک ایسی موج کی ہیئت ہوتی ہے جو نقطہ د سے فاصلہ ط + لے طے کرتی ہے۔ لیکن موج و اور ف کے درمیان فی الواقع فاصلہ ط طے کرتی ہے۔ پس ہولنگز کا اصول فرینیل کے طریقہ عمل کے باوجود آتے والی موج کی ہیئت غلط بتاتا ہے اور اس امر کی بھی توجیہ نہیں کرتا کہ موج پیچھے کیوں نہیں جاتی۔ ڈروڈ نے (Drude) نے اپنی کتاب (Optics) میں اس مسئلہ کو کسی قدر آسان شکل میں ثابت کیا ہے۔ شوقین طالب علم اس کا مطالعہ کر سکتے ہیں۔

منطقی تختی — شکل ۱ کے منطقوں میں سے ن۔ ویں منطقہ

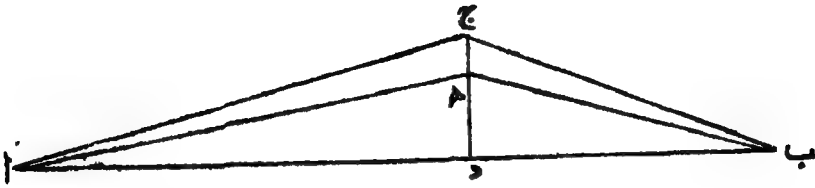
کاشت قطر

$$ص = \sqrt{\left(\frac{ن}{ط} + ط \right)^2 - ط^2} = ط ن ل$$

اگر ہم ایک مستوی پردے پر ایسے ہم مرکز دائروں کا سلسلہ کھینچیں جن کے نصف قطروں کی تعیین مندرجہ بالا ضابطہ سے ہو اور یہ منطقہ متبادلًا شفاف و غیر شفاف ہوں تو پردے پر جب کبھی نور کی مستوی موج عمود وار واقع ہوگی پردے کے محور پر فاصلہ ط پر جو موجیں واقع ہوں گی ان کی ہیئتیں باہم موافق ہوں گی۔ پس ایسی منطقہ تختی کے محوری فاصلہ ط پر تمام شفاف منطقوں سے آنے والے نور کی موجیں ایک دوسرے کی تائید کریں گی جس کی وجہ سے نقطہ ف ہیئت منور ہوگا۔ گویا کہ تختی ایک خاص اسکی فاصلہ ط والے عدسہ کے مشابہ عمل کریگی۔ ہم اس تختی سے متعلق چند ضابطے اخذ کریں گے۔

فرض کرو کہ ج د منطقہ تختی ہے اور اب اس کا محور ہے۔
۱ اور ج اس محور پر تختی کے مقابل جانب اور اس سے کافی دور دو نقطے ہیں۔

ج اور د تختی کے دو متوازی شفاف منطقوں کے متناظر نقطے



شکل ۱۰

فرض کرو چونکہ ج د بمقابلہ ا د اور د ب بہت چھوٹا ہے۔ اس لیے

$$ا ج - ا د = ا د \left(1 + \frac{ج د}{ا د} \right) = ا د \left(1 + \frac{1}{\frac{ا د}{ج د}} \right) = ا د + \frac{ج د}{\frac{ا د}{ج د}}$$

$$اور اسی طرح ج ب = د ب + \frac{ج د}{\frac{د ب}{ج د}}$$

$$پس ا ج + ج ب = ا د + د ب + \frac{ج د}{\frac{ا د}{ج د}} + \frac{ج د}{\frac{د ب}{ج د}}$$

$$اور ا ب + ا ب = ا د + د ب + \frac{ج د}{\frac{ا د}{ج د}} + \frac{ج د}{\frac{د ب}{ج د}}$$

۲۔ نور کے راستوں ا ج ب اور ا ب میں تفاوت

$$\frac{1}{\frac{ا د}{ج د}} + \frac{1}{\frac{د ب}{ج د}} = \frac{1}{\frac{ا د}{ج د}} + \frac{1}{\frac{د ب}{ج د}} = \frac{1}{\frac{ا د}{ج د}} + \frac{1}{\frac{د ب}{ج د}}$$

جس میں ط تختی کا مستقل ہے یعنی اس کے نصف دوری منطقی
اسی فاصلہ کے لحاظ سے تیار کیے گئے ہیں۔

$$(واضح ہو کہ ص ۱ = ط + \frac{ن ل}{۲} - ط ۲ = ط ن ل)$$

اگر $\frac{ن}{ط} = \frac{ا د}{د ب} + \frac{ا د}{د ب}$ تو تفاوت راہ ن ل ہے۔
اور نور کی موجیں کوئی ط سے دو متواتر شفاف منطقوں سے ایک دوسرے
کی تائید کرتی ہیں۔ واضح ہو کہ ن کوئی ایک صحیح عدد ہو سکتا ہے۔

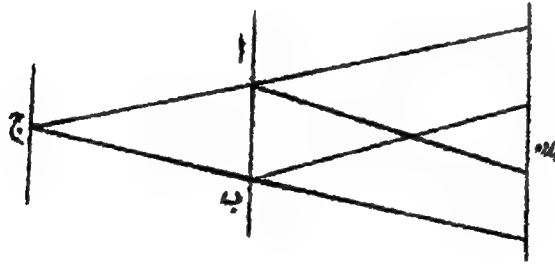
پس ۱ پر کوئی روشن جسم جو توب پر اس کا خیال مشروط بہ مساوات ذیل
من سیکے گا۔

$$\frac{0}{b} = \frac{1}{b} + \frac{1}{b}$$

اسی طرح وہ + ہ ز = ا د + د ب + $\frac{1}{د ۲} (ا د - ا ۲) + \frac{1}{د ۲} (ا د + ہ د + ہ ز)$
 پس تفاوت راہ = $\frac{1}{د ۲} \left\{ (ج د - ا د) - (ا د - ا ۲) \right\} + \frac{1}{د ۲} \left\{ (ج د + ہ ز) - (ا د + ہ د + ہ ز) \right\}$
 $= \frac{1}{۲} \left(\frac{۱}{د ۲} + \frac{۱}{د ۲} \right) (ج د - ا د - ا د + ا ۲) - \frac{۱}{د ۲} (ج د + ہ ز - ا د - ہ د - ہ ز)$
 $= \frac{1}{۲} \left(\frac{۱}{د ۲} + \frac{۱}{د ۲} \right) (ج د - ا د - ا د + ا ۲) - (ج د - ا د - ا د + ا ۲) \left(\frac{۱}{د ۲} - \frac{۱}{د ۲} \right)$
 اگر $\left(\frac{۱}{د ۲} + \frac{۱}{د ۲} \right) = \frac{۱}{ط} = \frac{ن}{ط}$ یعنی پہلی رقم = ن لہ اور دوسری رقم = صفر ہو تو
 نقطہ ب نقطہ ا کا خیال ہوگا اور نقطہ ز نقطہ و کا خیال ہوگا۔
 کیونکہ $\frac{\text{ما یعنی شخص کی بلندی}}{\text{شخص کا فاصلہ تختی سے}} = \frac{\text{ما یعنی خیال کی بلندی}}{\text{خیال کا فاصلہ تختی سے}}$
 پس منطقی تختی چھوٹے طول کے اجسام کے خیال پیدا کرتی ہے اور خیال
 کے طول کو شخص کے طول کے ساتھ وہی نسبت ہوتی ہے جو عدسوں میں پائی
 جاتی ہے۔

دوسرا باب

نور کا تداخل — تھامس ینگ نے اُنیسویں صدی کے آغاز میں نور کے تداخل کا تجربہ شائع کیا۔ آواز کی موجوں کی طرح اگرچہ اس نے غلطی سے نور کی موجوں کو بھی طولی تصور کیا لیکن تداخل کی حد تک وہی نظریہ کے ذریعہ اُس نے جو نتائج اخذ کیے صحیح ثابت ہوئے۔ اس نے نور کی ایک فیسل جھری ج میں سے گزاری جو دو باریک سوراخوں ا اور ب میں سے ہو کر پھیل گئی۔ ان سوراخوں کے سامنے جب ایک پردہ رکھا گیا تو اس پر روشن اور تاریک بند نظر آئے (ملاحظہ ہو شکل ۱۱)۔



شکل ۱۱۔
اس تجربہ سے ظاہر ہوا کہ دو مبداءوں سے نکل کر دو کہیں روشنی پیدا کرتا ہے اور کہیں تاریکی۔ انیسویں ہے کہ اس زمانہ کے سائنس دانوں نے ینگ کے استدلال کو غور نہیں کیا۔ اور چونکہ اس وقت بھی باریک سوراخوں سے نکلنے والے نور کے اُبھاری مظاہر

لوگ کسی قدر واقفیت رکھتے تھے اس لیے یہ رائے قائم کر لی گئی کہ یہ بھی انکسار نور کا ایک معمولی مظہر ہے۔ فرینیئل نے بینکٹ کے تجربہ کو کئی طریقوں سے دہرایا اور غالیسن کے اعتراضوں کو رفع کرنے کے لیے باریک سوراخوں کو بطور مبدائے نور استعمال کرنے کے عوض جھری کے دو مناظری خیالوں کو مبدار بنا کر نور کا تداخل ثابت کیا ہم فرینیئل کے تجربے آگے چل کر بیان کریں گے۔ یہاں یہ بتانا چاہتے ہیں کہ نور کو ایتھر یا فضاء میں موجی حرکت ماننے سے دو مبدائوں کا ذکر کس طرح تداخل پیدا کرتا ہے۔

اگر ما سے مراد مقام لا پر کا نقل مکان ہے جو عرضی موجی حرکت سے وقوع میں آتا ہے تو

$$ما = ا جب \frac{\pi^2}{ت} (و - \frac{ل}{ر}) = ا جب \frac{\pi^2}{ت} (\frac{و}{ر} - \frac{ل}{ر})$$

جس میں اموجی حرکت کا محیط ارتعاش اور ت اس کا وقت دوران ہے کسی مقررہ آن سے ناپا ہوا وقت ہے، سہ موجوں کی رفتار اور لہ آن کا طول موج ہے۔

اس موجی حرکت میں وقت و اور محل لا کے لیے رفتار کا ضابطہ

$$\frac{فر}{و} = ا جب \frac{\pi^2}{ت} = ا جب \frac{\pi^2}{ت} (و - \frac{ل}{ر}) = ا جب \frac{\pi^2}{ت} (\frac{و}{ر} - \frac{ل}{ر})$$

پس توانائی محیط ارتعاش ا کے مربع کے تناسب ہوگی۔

اب ہم فرض کرتے ہیں کہ دو سادہ موسیقی موجیں ایک ہی محیط ارتعاش اور وقت دوران کی ایک مقام پر سے ایک خط مستقیم اور ایک ہی سمت میں گزرتی ہیں صرف ان کی ہیئتوں میں فرق ہے۔ چونکہ ہر ایک موج آزادانہ اپنا پورا اثر ظاہر کریگی اس لیے نقل مکان ان دونوں موجوں کے نقول مکان کا حاصل ہوگا۔

$$\text{یعنی } ما = ا جب \frac{\pi^2}{ت} (\frac{و}{ر} - \frac{ل}{ر}) + ا جب \frac{\pi^2}{ت} (\frac{و}{ر} - \frac{ل}{ر})$$

واضح ہو کہ $\frac{\pi^2}{ر}$ ان موجوں کی ہیئتوں کا تفاوت ہے جو مستقل مانا جاتا ہے۔

یعنی ایک موج دوسری موج سے ہمیشہ پورا فاصلہ ذہ آگے بڑھی ہوئی ہوتی ہے۔
 موجوں کے آزادانہ عمل کا استدلال نور کی موجوں پر بھی عائد کیا جاسکتا ہے۔ اس لیے
 کہ جیسا کہ ہوائی گنز نے بتایا ایک ہی سوراخ سے مختلف اشخاص مختلف اشیاء کو
 وقت واحد میں دیکھتے ہیں تو اشیاء کی وضع و قطع وغیرہ میں کوئی فرق دکھائی نہیں دیتا۔
 مندرجہ بالا مساوات میں جملہ کی رفتاروں کو جمع کرنے سے حاصل نقل مکان

$$۱ = ۲۲ \text{ جم } \frac{\pi}{\lambda} \text{ جب } \left(\frac{v}{\lambda} - \frac{v}{\lambda} \right) \pi \text{ (۱ + } \frac{v}{\lambda} \text{)}$$

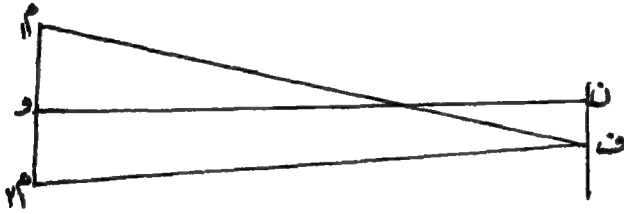
جو ایک ایسی موج کی مساوات ہے جس کا وقت دوران اور طول موج ترکیب
 کھانے والی موجوں کا وقت دوران اور طول موج ہے لیکن حیض ارتعاش
 ۲۲ جم $\frac{\pi}{\lambda}$ ہے جس کی قیمت علی التواتر ۱۲ سے گھٹتے ہوئے صفر اور
 -۱۲ ہو جاتی ہے اور پھر بڑھتے ہوئے صفر ہو کر ۱۲ ہو جاتی ہے۔ پس
 اس موج کی حدت ۱۲ سے لے کر صفر تک بدلتی رہتی ہے۔ جس سے صاف
 ظاہر ہوتا ہے کہ نور کی ایسی دو موجوں کے ملنے سے کہیں زیادہ نور اور کہیں تاریکی
 پیدا ہوتی ہے۔

جب $\frac{\pi}{\lambda} = n \pi$ یعنی $\lambda = n \lambda$ تو ایک موج کے اوج
 (یا حضیض) دوسری موج کے اوجوں (یا حضیضوں) سے منطبق ہوتے ہیں اور
 اس لیے وہاں نور کی حدت اعظم ہوتی ہے اور جب $\frac{\pi}{\lambda} = (n + \frac{1}{2}) \pi$
 یعنی $\lambda = (n + \frac{1}{2}) \lambda$ تو ایک موج کے اوج دوسری موج کے حضیضوں
 کے ساتھ منطبق ہوتے ہیں اور اس لیے وہاں نور کی حدت اقل یعنی صفر
 ہو جاتی ہے۔

اگر کسی کم تعدد ارتعاش کے دو شاخے کے سروں پر مناسب سوئیاں
 باندھ کر اس کو متشکل کریں اور پارے سے بھری ہوئی ایک رکابی کے قریب
 اس کو تھامے رکھیں اس طرح پر کہ سوئیاں پارے کی سطح کو خفیف سا چھوتی رہیں تو
 ارتعاش کی وجہ سے پارے کی سطح پر لہریں پیدا ہونگی اور اگر ذرا توجہ سے
 دیکھا جائے تو پارے کی سطح خاص خاص مقاموں پر شدت کے ساتھ متحرک

نظر آئینگی اور بعض دوسرے مقامات پر بالکل ساکن۔ اول الذکر مقامات پر دونوں سونیوں کی حرکت سے پیدا ہونے والی موجیں ایک دوسرے کی تائید کرینگی اور ثانی الذکر مقاموں پر ایک دوسرے کو تلف کرینگی۔ اس طرح امیج کی سطح پر ہم آگے قطع زائد بنیں گے جن کے ماسکے سونیوں کے تماس کے نقطے ہونگے۔

فرض کرو شکل ۱۱۔ میں م اور م دو متوازی ہم ہیئت سادہ موسیقی حرکتوں کے نقطئی مبدا ہیں جن کے حیض ارتعاش اور وقت دوران بھی مساوی ہیں۔ ف ایک نقطہ ہے جو م اور م کو ملانے والے خط سے دور ہٹ کر۔ لیکن اسی مستوی میں واقع ہے۔ ہمیں یہ معلوم کرنا مقصود ہے کہ ف پر ان موجوں کا حاصل اثر کیا ہوگا۔



شکل ۱۱

خط م م کی نقطہ و پر تنصیف کرو اور ون خط م م کے علی القوائم کھینچو۔ نقطہ ف سے خط ف ن اس کے علی القوائم کھینچو۔ اگر طول م م کو ۲ ط سے اور ون کو ل سے تعبیر کریں اور فاصلہ ن ف کو لا مانیں تو

$$م ف = ل + (ط + لا) \text{ اور } م ف = ل + (ط - لا)$$

$$\text{لہذا } م ف - م ف = (ط + لا) - (ط - لا) = ۲ لا$$

$$\text{اور } م ف - م ف = \frac{۲ ط لا}{م ف + م ف}$$

اگر فاصلہ $ل$ کے مقابلہ میں $ط$ اور $لا$ چھوٹے ہوں تو $م_1 ف + م_2 ف$ کے عوض ہم $م_2 ل$ لکھ سکتے ہیں۔ اور اس لیے

$$م_1 ف - م_2 ف = \frac{م_2 ل}{ل}$$

اگر $م_1 ف - م_2 ف$ طول موج کا صحیح عددی ضعف ہے یعنی $ن ل$ ہے (جس میں $ن$ ایک صحیح عدد اور $ل$ طول موج ہے) تو $\frac{م_2 ل}{ل} = ن ل$ اور $لا = \frac{ن ل}{م_2}$ اور دونوں موجیں ایک دوسری کی تائید کرتی ہیں اور اس لیے نقطہ $ف$ برصورتِ عظم ہے۔
اگر $م_1 ف - م_2 ف$ نصف طول موج کی طاق عددی ضعف ہے یعنی

$$(ن + \frac{1}{2}) ل$$

$$اور اس لیے لا = \frac{(ن + \frac{1}{2}) ل}{م_2}$$

یہاں موجیں ایک دوسری کو تلف کرتی ہیں اور اس لیے نقطہ $ف$ برصورتِ صغر ہوگی یعنی وہ تاریک ہوگا۔

واضح ہو کہ $ف$ مستوی $م_1 م_2 ن$ میں صرف ایک نقطہ مانا گیا تھا۔ اگر اس مستوی کے علی التوائم $ف ن$ میں سے ایک پردہ قائم کیا جائے اور $ف$ اس پردہ میں $ف ن$ کے علی التوائم ایک چھوٹا خط مستقیم کھینچا جائے تو یہ معلوم کرنے کے لیے کہ $ف$ پر نور کی موجوں کا کیا عمل ہوگا ہم $ف ق = م_1$ فرض کرتے ہیں اور دیکھتے ہیں کہ

$$م_1 ق = ل + (ط + لا) + م_2$$

$$اسی طرح م_2 ق = ل + (ط - لا) + م_2$$

$$اور م_1 ق - م_2 ق = (ط + لا) - (ط - لا) = م_1 ف - م_2 ف$$

$$پس م_1 ق - م_2 ق = \frac{(م_1 ف - م_2 ف)(م_1 ق + م_2 ق)}{(م_1 ق + م_2 ق)}$$

اگر ق کا فی چھوٹا ہو تو (م، ف + م، ہ) کو (م، ق + م، ہ) کے مساوی تصور کر سکتے ہیں

اور $م، ق - م، ہ = (م، ف - م، ہ)$ تقریباً
پس اگر ف ایک اعظم حدت کا مقام ہے تو ق بھی اعظم حدت کا مقام ہوگا۔
اور اگر م، م، مستوی م، م، ن کے علی القوام دو چھوٹی منور جھریاں ہیں جن میں
سے ایک ہی حیطہ ارتعاش اور وقت دوران کی موجیں ایک ہی ہیئت اور ایک ہی
سمت میں نکلتی ہیں تو پرودہ پران کے متوازی کافی روشن اور تاریک لکیریں نظر آئیں گی جو
تداخلی بندوں کے نام سے موسوم ہیں۔ واضح ہے کہ دو متصل روشن یا تاریک بندوں کا
درمیانی فاصلہ $\frac{ل}{۲}$ ہوگا۔

یہ تجربہ نہ صرف نور کا تداخل ثابت کرتا ہے بلکہ اس سے نور کے طول موج
کی پیمائش بھی ہو سکتی ہے۔ م، م، مبدائوں سے نکلنے والی موجوں کی ہیئت ایک ہی
ہونے یا ان کے مابین مستقل تفاوت ہیئت ہونے کے لیے ضروری ہے کہ وہ خود
بھی ایک ہی مبداء سے نکلیں۔ چنانچہ ینگ والے تجربہ میں اس کا انتظام
موجود ہے۔

مندرجہ بالا بیان میں ہم نے م، ف کو م، ہ کے تقریباً مساوی اور
اس سچ م، ق کو م، ہ کے تقریباً مساوی مانا ہے۔ یہ صرف انہیں حد تک
درست ہے جب تک کہ لا اور ما کا مربع ناقابل لحاظ ہے۔ اگر یہ شرط پوری نہ ہو
تو بھی ظاہر ہے کہ نقطہ ف یا ق پر منور اعظم یا اقل ہونے کے لیے صرف اس امر کی
ضرورت ہے کہ م، ف - م، ہ متقل ہو۔ جو سطحیں اس شرط کو پورا کرتی ہیں
م، اور م، ماسکوں والی دو چادریں مجسم زائد نمائی سطحیں ہیں۔ پرودہ سے ان مجسم
شکلوں کا جب تقاطع ہوتا ہے تو تقاطع کے گھنٹیوں کی شکل قطع زائد کی ہوتی ہے نہ کہ
خط مستقیم کی۔ لیکن م، اور م، میں جب فاصلہ چھوٹا ہوتا ہے اور صرف پرودہ کے
مرکز کے قریب والے بندوں پر غور کیا جاتا ہے تو ان شکلوں کا اختلافت ہی تحلیل ہوتا
ہے اور وہ خطوط مستقیم تصور کیے جاسکتے ہیں۔

ج ع کو اتنا آگے بڑھاؤ کہ ع م = ج ع۔ تب م ا ا م م جھری کے مجازی خیال ہونگے۔ ہندی علی سے واضح ہے کہ وج م ا ا م م باہم دیگر سادہ ہیں۔ پس د کو مرکز مان کر وج نصف قطر کی جوتوس کیپنی جائیگی م ا ا م م اہم پر واقع ہونگے۔ زاویہ م م و م کی خط وپ سے تعصیف کرو۔

اب نصف قطر وج کو م سے تعبیر کرو اور فاصلہ وپ کو ل سے۔ اگر آئینوں کا درمیانی زاویہ مادہ سے مانا جائے تو زاویہ م م ج م بھی مسطورہ چونکہ م ج م ا ا م و م ایک ہی قاعدہ پر واقع ہیں مگر علی الترتیب دائرہ کے محیط اور مرکز پر کے زاویے ہیں اس لیے م و م = ۲ سے اور قوس م م = ۲ م سے۔ چونکہ زاویہ بہت چھوٹا ہے اس لیے د م م م م م بھی ۲ م سے کے سادہ ہے۔ پس خیالوں کا درمیانی فاصلہ (جس کو ہم نے ینگ والے تجربہ میں ۲ ط سے تعبیر کیا تھا) = ۲ م سے ا ا پر وہ سے ان کا فاصلہ (جو پہلے تجربہ میں ل سے تعبیر ہوا تھا) اب ص + ل ہوگا۔ لہذا

$$\text{دو متصل روشن بندوں کا فاصلہ ل} = \frac{۲ \text{ م سے}}{(ص + ل) ل} \text{ اور ل} = \frac{۲ \text{ م سے}}{ص + ل}$$

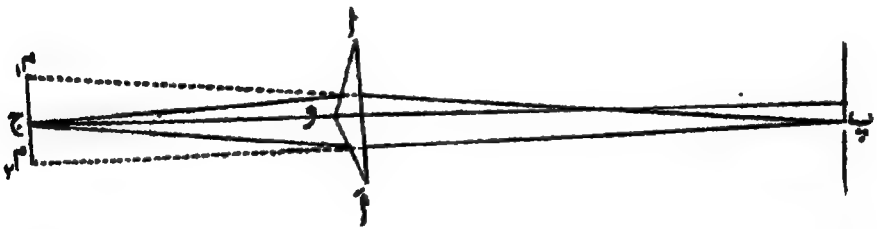
اگر صوب مد سے استعمال کر کے جھری کو اس کے ماسک پر ترتیب دیں تو شعاعیں متوازی ہونگی اور ص اور ص + ل دونوں ناقصا ہی بڑے ہو جائیں گے۔ اس لیے ان کی نسبت اکائی ہوگی۔ اور تب ل = ۲ سے ل

فرینیل کا دوئیل مشور۔ اس تجربہ میں فرینیل نے انعطاف قدر

کے ذریعہ ایک مبداء کے دو مجازی خیال ایک دوسرے کے قریب پیدا کیے اور جن موجوں سے ان کی تکوین عمل میں آئی ہے ان کے مداخل کا انتظام کیا۔ جھری ج کے سامنے ایک بڑے زاویہ منفرجہ والے حادوی الساقین مشور ۱ و ۱ کو اس طرح ترتیب دیا کہ مشور کا انعطافی کنارہ جھری کے متوازی تھا (دیکھو شکل ۱۷)۔ یہ مشور دو مسادہ مشترک قاعدہ کے مشوروں کا مرکب سمجھا جاسکتا ہے جن کے انعطافی زاویے ۱ و ۱ قاعدہ کے باہم دیگر مقابل جابجوں پر متساوی واقع ہیں۔

واضح ہے کہ یہ زاویہ مادہ جو نکلے اور اس بے جھری کے مجازی خیال M' ، M جھری سے بالکل قریب اور اس کے باہر دیگر مقابل جانہوں پر متشاکلا واقع ہو گئے۔ ہم ان کو جھری کے انتصابی مستوی میں تصور کر سکتے ہیں۔ منشور کے سامنے پر وہ پ پر نور کے متداخل کا مشاہدہ ہو سکتا ہے۔ عام طور پر جو طریقہ اختیار کیا جاتا ہے اس میں مناظری تختہ سے کام لیا جاتا ہے۔ انتصابی جھری ایک کوئی نور مثلاً سوڈیم کے چراغ یا فلانی ملی کے کسی طبعی خط سے منور کی جاتی ہے۔ دو وسیلے منشور کو مناسب ٹیکن پر اس کے سامنے انتصابی کھڑا کر کے مناسب بیچوں کے ذریعہ اس کو اس مستوی میں گھاتے ہیں یہاں تک کہ منشور کا انعطافی کنارہ جھری کے مین متوازی ہو جاتا ہے۔ متداخل نور سے اس طرح جو روشن اور تاریک بند تیار ہوتے ہیں ان کا ایک حرکت پذیر خردین کے ماسکی مستوی میں مشاہدہ کیا جاتا ہے۔ واضح ہے کہ جھری، منشور کا انعطافی کنارہ اور خردین کے چلیبی تاروں کا نقطہ تقاطع ایک ہی خط مستقیم میں مناظری تختہ کے محور کے متوازی ہونا ضروری ہے۔

نور مین اس محور کے علی القوام مناسب بیچ کے ذریعہ متوازی الافق حرکت کرتی ہے اور بیچ کو صوبہ ضرورت گھا کر کسی ایک منور بند کے وسطی حصہ کو چلیبی تاروں کے نقطہ تقاطع سے منطبق کرتے ہیں۔



شکل ۱۲

ان تمام داخلی بندوں کو بغور ملاحظہ کرنے سے معلوم ہو گا کہ ان میں بعض بند

ترتیب وار بعض دوسرے بندوں سے زیادہ روشن ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ منشور کے دونوں پہلو دو مستطیل میداؤں کی طرح عمل کر کے انکسار نور پیدا کرتے ہیں۔ ہمیں چونکہ یہاں محض تداخلی بندوں سے کام ہے اس لیے اس انکسار نور کے اثر کو نظر انداز کر دیا جاتا ہے۔

اگر متصل کے دو منشور بندوں کا درمیانی فاصلہ لا ہو اور m فاصلہ 2 ط اور ان کے وسطی مقام کا فاصلہ x ہو تو m کی مستوی سے l ہو تو سابقہ تجربوں کی طرح طول موج $\lambda = \frac{2x}{l}$ عملی طور پر l کی پیمائش جبری اور خود بین کے ماسکی مستوی کے درمیانی فاصلہ کو برابر راست میتری پیمانہ کے ذریعہ ناپ لینے سے ہو جاتی ہے۔ لاکھ کی تعین کا بہترین طریقہ غالباً یہ ہو سکتا ہے کہ کوئی دس یا ستر دیگر متصل روشن بندوں کے نشان پر طے لے جائیں اور اس کے بعد چھٹے بند کے نشان میں سے پہلے بند کا نشان تفریق کیا جائے، ساتویں بند کے نشان میں سے دوسرے بند کا نشان تفریق کیا جائے اور اس طرح بالآخر دسویں بند کے نشان میں سے پانچویں بند کا نشان تفریق کیا جائے۔ اور پھر ان سب کے اوسط کو پانچ پر تقسیم کر لیا جائے۔ لاکھ یہی صحیح ترین قیمت ہوگی۔

m خیالوں کے درمیانی فاصلہ 2 ط کی تعین کے دو طریقے ہیں۔ ایک یہ کہ دو یکے منشور اور خود بین کے مابین کافی بڑا فاصلہ رکھ کر ان کے درمیان ایک مناسب ماسکی طول کا محدب عدسہ منشور کے قریب ایسے مقام پر ترتیب دیا جاتا ہے کہ خود بین میں m کا نہایت واضح خیال نظر آتا ہے۔ خود بین سے اس وضع میں ان خیالوں کا درمیانی فاصلہ m ناپ لیا جاتا ہے۔ اور پھر عدسہ کو خود بین کے قریب لے جا کر ایک دوسرے مقام پر ترتیب دیتے ہیں جہاں m کا خیال مکرر واضح نظر آتا ہے۔ خود بین کے ذریعہ اس دوسری وضع میں خیالوں کے درمیانی فاصلہ کی دوبارہ پیمائش کی جاتی ہے۔ اگر اس کو m قرار دیں تو m کا حقیقی طول $\lambda = \frac{m}{2}$ دوسرے طریقہ میں طبعی پیمانہ کے ذریعہ دو یکے منشور کے حادہ زاویے 1 اور 2 ناپ لے جاتے ہیں۔ اگر ان کو α سے تعبیر کیا جائے تو چونکہ انحراف بہت ظلیل

ہوگا اس لیے منشور کے انعطاف نماہ کے ضابطے

$$\text{مر} = \frac{\text{جب } \frac{(1+C)}{2}}{\text{جب } \frac{1}{2}} \text{ میں جس میں } C \text{ زاویہ اقل انحراف}$$

ہے ہم بجائے عجیب زاویہ خود زاویہ ہی کی قیمت درج کر سکتے ہیں۔ پس

$$\text{مر} = \frac{1+C}{1} = 1 + \frac{C}{1}$$

اور اس لیے $C = 1 - (1 - \text{مر})$

پس زاویہ $۲۴ = ۲۲ (1 - \text{مر})$ اور $۴۴ = ۴۲$ کا طول $۲ = ۲ (1 - \text{مر})$ جس میں ۲ منشور سے بھری کا فاصلہ ہے۔

یعنی $۲ ط = ۲۲ (1 - \text{مر})$ جس

ظاہر ہے کہ اس طریقہ میں یہ فرض کر لیا جاتا ہے کہ منشور کا انعطاف نما پہلے ہی سے معلوم ہے۔

تداخل نور کے تجربے صرف اسی وقت کامیاب ہوتے ہیں جبکہ مبداء جن سے نور کی موجیں نکلتی ہیں خود ایک ہی مبداء سے پیدا ہوتے ہیں۔ یہ ایک امر واقعی ہے کہ دو بالکلیہ مختلف مبداءوں کی موجوں سے کبھی تداخل عمل میں نہیں آتا ہے۔ اس کی دو طریقوں سے توجیہ کی جاتی ہے۔

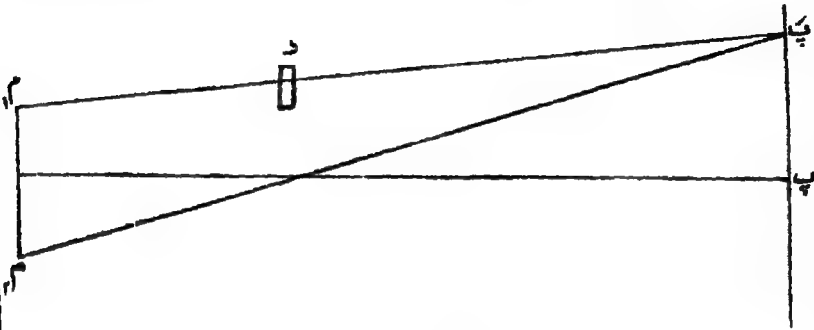
پرانے طریقہ کی رو سے یہ فرض کیا جاتا ہے کہ ہر مبداءے نور کے ارتعاش کی ہیئت ایک ثانیہ میں آپ سے آپ کئی مرتبہ تبدیل ہو جاتی ہے جن سالمات کے ارتعاش سے نور پیدا ہوتا ہے مکن ہے کہ وہ آپس میں ٹکرا کر اچانک اپنی ہیئت ارتعاش بدل دیتے ہوں۔ دو مبداءوں کی اضافی ہیئت جب بدل جاتی ہے تو پروردہ پر تداخل کے بند بھی اپنا مقام تبدیل کر دیتے ہیں۔ اگر غرض ایک ثانیہ میں بار بار وقوع میں آئے تو تداخل کے بند بھی جلد جلد مقام بدلتے جائیں گے جس کی وجہ سے ان کا مشاہدہ نامکن ہوگا۔ اگر دونوں مبداء ایک ہی مبداء سے مشتق ہوں تو تبدیلی ہیئت کا اثر دونوں مبداءوں میں یکساں ہوگا اور اس لیے

تداخل نور سے مستقل بند پیدا ہونگے۔ شوسٹر (Schuster) کا اس پر یہ اعتراض ہے کہ نور کی کسی بھی موج کو جب اس کے اراہک اجزاء میں تحلیل کرتے ہیں تو یہ اجزاء کبھی اپنی ہیئت اچانک نہیں بدلتے۔ اس لیے اس نے یہ توجیہ کی کہ خاص ایک فونی نور کا استعمال نا ممکن ہے۔ دو بالکل جداگانہ مبداء کے نوروں کی یہ کیفیت ہوتی ہے کہ کسی ایک طول موج کے نور کے ساتھ اس کے متصل کے طول موج والے جو دوسرے نور ہوتے ہیں ان کی اضافی ہیئتیں کبھی ایک نہیں ہوتی ہیں۔ اس لیے ان متعلقہ طول موج والی موجوں کے تداخل سے جو بند بنتے ہیں ان کے وسطی حصے پردہ کے مختلف مقاموں پر واقع ہوتے ہیں۔ اس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ مختلف نظاموں کے بند ایک دوسرے کے ساتھ منطبق ہو کر اپنی وضاحت کھودیتے ہیں۔ پُرانی توجیہ کو نئی توجیہ پر اس لیے سبقت حاصل ہے کہ اس میں نور کی موجوں کی حامل مجموعی شکل ہی سے بحث کی جاتی ہے نہ کہ اس کے فوہاٹس (Fourier) والے اجزائے ترکیبی سے۔ معہذا ان اجزائے ترکیبی کا وجود کس حد تک حقیقی ہے اس کا اندازہ کرنا مشکل ہے۔

تداخل نور کے ذریعہ پتلی شفاف پرت کی موٹائی کی تعیین

دو نیلے منشور کے تجربہ میں اگر ایک خیال سے آنے والی موجوں کے راستہ میں معلوم انعطاف نما کی ایک پتلی متوازی اسطوح شفاف پرت استادہ کروی جائے تو چونکہ پرت میں رفتار نور کمتر ہوگی اس لیے مرکزی روشن بند اب کسی دوسرے مقام پر نظر آئیگا۔ فرض کرو کہ انعطاف نما ہے اور مرکزی روشن بند پہلے تجربہ کے ن۔ دیں بند کی جگہ نظر آتا ہے۔ م، م، خیال ہیں جن کی موجوں کے تداخل سے پردہ پ پر روشن اور تاریک بند پیدا ہوتے ہیں دیکھو شکل ۱۱۔ پرت م سے آنے والی موجوں کے راستہ میں رکھی گئی ہے۔ اور مقام پ پر پرت کی عدم موجودگی میں ن۔ واں روشن بند مشاہدہ ہوا تھا۔ اب پرت کی موجودگی میں پ پر مرکزی روشن بند دکھائی دیتا ہے۔

پس مہ پ - م پ = ن لہ جہاں لہ ہوا میں نور کا طول موج ہے۔



شکل ۱۵

شفاف پرت کے حامل ہونے کی وجہ سے اب م، پ - م، پ = ۰ اس لیے کہ
 پرت میں فوڈ کی رفتار سست ہونے کی وجہ سے دونوں مناظری راستہ سے مساوی ہو گئے۔
 اگر پرت کی موٹائی د فرض کی جائے تو اس کے اندر نور کا راستہ
 ہوا کے مرد راستے کے مساوی ہوتا ہے - اس لیے م، مبداء سے نکل کر
 پ تک جانے والی موجوں کے راستہ میں اضافہ بقدر مرد - د یعنی (م - ا) د
 ہوتا ہے -

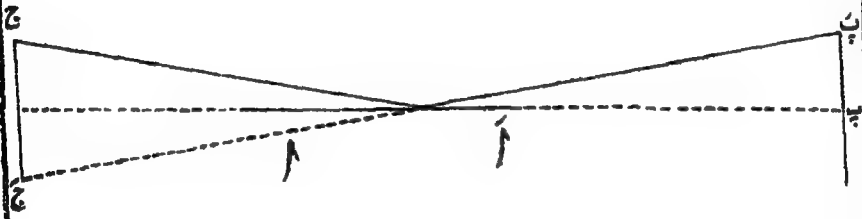
پس (مر-ا) د = ن ل

ہر اور لہ اگر پہلے سے معلوم ہوں تو دکی تعیین ہو جاتی ہے۔

لائبڈ (Lloyd) کے مجرد آئینہ کا طریقہ۔

یہ فریڈیئل کے تجربوں سے سادہ اور آسان تر ہے۔ دیکھو شکل ۱۶۔
 آئینہ ۱۱ انتصافاً استادہ کیا جاتا ہے۔ جھری ج سے اس پر نور کی شعاعیں
 قائم سے ذرا ہی چھوٹا زاویہ وقوع بناتے ہوئے منعکس ہوتی ہیں اور ج پر
 ایک مجازی خیال بنتا ہے۔ ج سے راست اور منعکس ہو کر آنے والی
 (گویا ج اور ج سے آنے والی) موجوں میں تداخل ہوتا ہے اور اس سے

جو بند پیدا ہوتے ہیں مقام پ پر چشمہ کے ذریعہ ان کا مشاہدہ ہو سکتا ہے۔ معمولی شیشہ کی پرت کے سامنے کی سطح کو منقوض کر کے یا اس کے پیچھے کی سطح کو کجلا کر بطور آئینہ استعمال کر سکتے ہیں تاکہ دوسری سطح سے انعکاس ہو کر دوسرا خیال پیدا ہونے نہ پائے۔ ظاہر ہے کہ اس تجربہ میں عام طور پر تداخلی بندوں کی صرف آدمی تعداد دکھائی دیگی اس لیے کہ منکس شعاعیں آئینہ کی سطح کے پیچھے نہیں جاسکتی ہیں۔ اگر جملہ تداخلی بندوں کا مشاہدہ مقصود ہو تو راستہ پنل ج پ کے راستہ میں ایک پتلی شفاف پرت چال کی جاسکتی ہے۔ تب تداخلی بندوں کا مرکز آئینہ کے سامنے ہسٹ کر آئیگا اور جملہ بند نظر آ سکیں گے۔



شکل ۱۶

لائنڈ نے یہ تجربہ سلسلہ ۱۶ میں شائع کیا۔ اور بتایا کہ عام صورت میں جبکہ جھری سے راست آنے والی موجوں کے راستہ میں کوئی پرت چال نہیں ہوتی ہے تداخلی بندوں کا مرکز آئینہ کے مستوی میں واقع نہیں ہوتا ہے بلکہ دو متصل بندوں کے نصف فاصلہ کے برابر آگے کو ہٹا ہوا ہوتا ہے۔ پس منکس پنل کی ہیئت انعکاس کی وجہ سے بقدر π بڑھ جاتی ہے۔

لائنڈ کے آئینہ اور فرینیل کے آئینوں یا دو ٹیلے منشور کے تجربوں میں ایک اہم فرق یہ ہے کہ فرینیل کے تجربوں میں تداخل نور کی غرض سے جھری کے جو دو خیال بطور مبداء استعمال کیے جاتے ہیں وہ باہم دیگر مشابہ ہوتے ہیں یعنی ایک خیال کی سیدھی جانب دوسرے خیال کی سیدھی جانب کی متناظر ہے اور اسی طرح ایک خیال کی بائیں جانب دوسرے خیال کی بائیں جانب کی متناظر ہے لیکن لائنڈ کے تجربہ میں چونکہ ایک مبداء منحصر ہے اور دوسرا اس کا خیال

اس لیے ایک کسی سیدھی جانب دوسرے کی بائیں جانب کی متناظر ہے اور اس وجہ سے
لا متیق کا یہ تجربہ بے رنگ بندوں کی تیاری کے لیے استعمال ہو سکتا ہے۔

چند دو متصل بندوں کا درمیانی فاصلہ $\lambda = \frac{\lambda_0}{2}$ ہے جس میں λ_0
میدان کے پردہ سے فاصلہ ہے اور λ دونوں میدانوں کے مابین فاصلہ۔

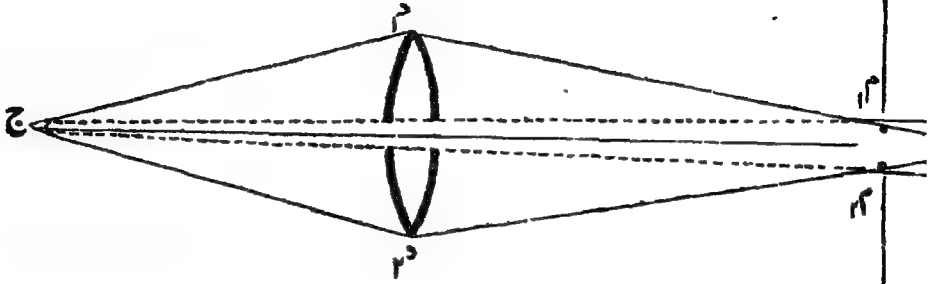
اس لیے، نور کے غلیظ موج λ کے متناسب ہے۔ اگر سفید نور استعمال ہو
ہر رنگ کا طول موج اپنا مستقل مدخلی نظام تیار کرتا ہے۔ ان تمام نقطوں کا مرکزی
بند سفید ہے۔ مابقی باقی تمام بند مختلف مقاموں پر تیار ہوتے ہیں اور اس لیے
ایک دوسرے کو مدغم کر دیتے ہیں۔ جس کی وجہ سے ایک مرکزی سفید بند کے
گرد موجود طول موج کے رنگوں سے شروع ہوتے ہیں چند بند ہوتے ہیں اور پھر
ان کے بعد عام طور پر ہوتی ہے۔ لیکن اگر کسی طریقہ سے λ کو مختلف رنگوں کے
بے مختلف اور اس کے متناسب بنائیں تو مختلف رنگوں کے متداخلی نظام
تیار ایک دوسرے پر منطبق ہونگے اور بند بے رنگ۔

اس فرض کو حاصل کرنے کے لیے انکساری جالی کے ذریعہ جبری ج
پر ایک تنگ جبری کا طیف بنانا چاہیے۔ چونکہ انکساری جالی کے طیف میں
مختلف رنگوں کا انحراف تقریباً اس کے طول موج کے متناسب ہوتا ہے۔
اس لیے اگر جبری ج پر طیف آئینہ AA' کے علی القوائم اس طرح ترتیب دیا جائے
بغشی رنگ آئینہ کے مستوی کے قریب ترین ہو تو خیال میں بھی بغشی رنگ آئینہ کے
قریب ترین ہو گا اور طیف اور اس کے خیال کے درمیانی فاصلہ کو حساب کے ساتھ
گھٹانے بڑھانے سے طول λ کو نور کے طول موج λ کے متناسب بنا سکتے ہیں۔

دو خیالوں کے ذریعہ متداخل نور کے دیگر تجربے۔ جبری

قریب مشابہ دو خیال پیدا کر کے ان سے آنے والی موجوں کا متداخل اور
ظہیوں سے بھی یہ آسانی کیا جاسکتا ہے۔ چنانچہ بیٹے (Billet) نے
مختلف مدد کو اس کے محیط کے علی القوائم مستوی سے دو مسدودی ٹکڑوں میں
قطع کر کے ان ٹکڑوں کو ایک دوسرے سے دھار ہٹا کر کھرا لیا (یکو شکل ۱۷)۔

ج جھری ہے د، د م عدسہ کے دو نصف ٹکڑے۔ م سے حقیقی خیال م بنتا ہے

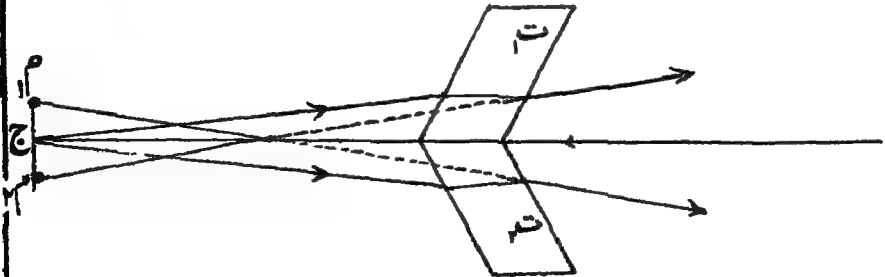


شکل ۱۷

اور د م سے حقیقی خیال م۔ ان خیالوں سے نور کی شعاعیں پھیل کر پردہ پر تداخلی بند پیدا کریں گی۔

دو شفاف مساوی موٹائی کی ایک ہی موٹے سے بنی ہوئی تختیوں کے ذریعہ بھی تداخلی بند تیار کیے جاسکتے ہیں۔ چنانچہ اس ”دو ٹیلی تختی“ کے استعمال کا طریقہ شکل ۱۸ میں بتایا گیا ہے۔ ت م تختیاں ہیں جو جھری ج کے لحاظ سے متساوی جاتی گئی ہیں۔ کچھ شعاعیں ت م میں سے ہو کر مجازی خیال م بناتی ہیں اور کچھ شعاعیں ت م میں سے ہو کر مجازی خیال م بناتی ہیں۔

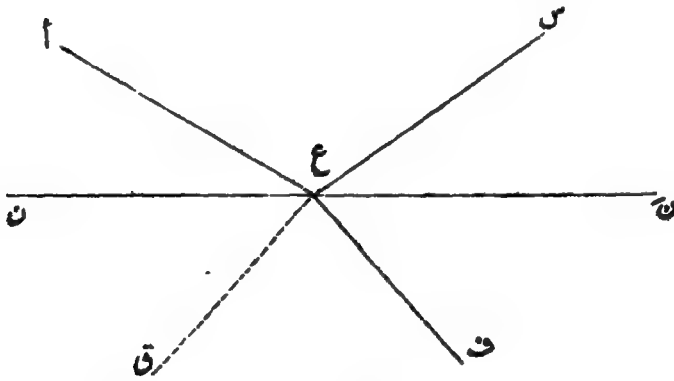
تختیوں کو مناسب وضعوں میں رکھنے سے م اور م جھری کے بالکل قریب بنیں گے۔ اور پردہ پر تداخلی بند پیدا کریں گے۔



شکل ۱۸

انعکاس نور کے متعلق اسٹوکس کا طریقہ عمل - فرض کرو کہ

اکائی حیطہ ارتعاش کی ایک شعاع a انعطاف انگیز سطح n سے نقطہ e پر
 دوچار ہوتی ہے۔ چونکہ یہاں شعاع کچھ منعکس ہو کر c سے راستے چلی جاتی ہے
 اور کچھ منعطف ہو کر f کی سمت اختیار کرتی ہے اس لیے فرض کرو کہ منعطف شعاع
 کا حیطہ ارتعاش e اور e ہے جہاں e اور e دونوں اکائی سے کمتر ہیں۔ اگر
 ان منعکس اور منعطف شعاعوں کے راستوں کو الٹ دیا جائے تو منعکس شعاع c سے
 سمت a میں e حیطہ ارتعاش کی ایک شعاع پیدا کرتی ہے اور سمت c کی
 میں e حیطہ ارتعاش کی ایک منعطف شعاع پیدا کرتی ہے۔ منعطف شعاع f سے
 سمت c میں e حیطہ ارتعاش کی ایک منعکس شعاع بناتی ہے اور سمت
 a میں e حیطہ ارتعاش کی ایک منعطف شعاع۔ لیکن c سے اور f سے
 سمتوں کی منعکس اور منعطف شعاعیں جب واپس توڑائی جاتی ہیں تو ان کی ترکیب سے
 اکائی حیطہ ارتعاش والی ابتدائی واقع شعاع پیدا ہونی چاہیے۔



شکل ۱۱۱

پس $a = e' + e + e$ اور $e + e = e'$
 یعنی $e = e'$

پس کسی واسطہ کی سطح پر دو شعاعیں واقع ہوں، ایک شعاع واسطہ کے باہر سے

کسی زاویہ پر اور دوسری شعاع اس باہر سے واقع ہونے والی شعاع کے متناظر زاویہ انعطاف پر، تو باہر منعکس ہونے والی شعاع کے حیضہ ارتعاش کو اس کی متعلقہ واقع شعاع کے حیضہ ارتعاش کے ساتھ وہی نسبت ہوتی ہے جو اندر منعکس ہونے والی شعاع کے حیضہ کو اس کی متعلقہ واقع شعاع کے حیضہ کے ساتھ، لیکن ان کی علامتیں مخالف ہوتی ہیں۔

مستوی متوازی پہلوؤں والی شفاف تختی میں نور کا

ضعیفی انعکاس و انعطاف۔ پتلی جھلیوں کے رنگوں کی توجیہ کے لیے مصرعہ بالا ضوابط انعکاس و انعطاف استعمال کر کے ہم بتا سکتے ہیں کہ شفاف تختی پر واقع موج نور کی حدت منعکس موجوں میں کس قدر تقسیم ہوتی ہے اور بعد انعطاف تختی سے خارج ہونے والی موجوں میں کس قدر۔ چونکہ ہر انعکاس کے ساتھ انعطاف اور ہر انعطاف کے ساتھ انعکاس واقع ہوتا ہے اس لیے ہمیں انعکاس و انعطاف دونوں کا لحاظ کر کے نور کی حدت کی تعیین کرنی پڑتی ہے۔

شکل ۲۔ میں اکائی حدت کی مستوی موج متوازی پہلوؤں والی شفاف تختی ع ف پر سمت ۱ ع میں واقع ہوتی ہے، ع پر اس کا ایک جزو ع س کی سمت میں منعکس ہوتا ہے اور باقی جزو ع ف کی سمت میں منعطف ہوتا ہے۔ ف پر پہنچ کر اس کا کچھ حصہ ف ع کی سمت میں منعکس ہوتا ہے اور کچھ ف ل کی سمت میں منعطف ہو کر تختی کے باہر منتقل ہو جاتا ہے۔ اسی طرح ضعیفی انعکاس و انعطاف سے ع س، ع س، ع س، ع س وغیرہ شعاعیں تختی کی سامنے کی سطح سے خارج ہوتی ہیں اور ف ل، ف ل، ف ل، ف ل وغیرہ اس کے پیچھے کی سطح سے خارج ہوتی ہیں۔ چونکہ تختی کے پہلو مستوی متوازی ہیں اس لیے ع س، ع س، ع س، ع س وغیرہ باہر متوازی ہیں اور ف ل، ف ل، ف ل، ف ل وغیرہ باہر متوازی۔

فرض کرو کہ تختی کی سامنے والی سطح پر شعاع ۱ ع کا زاویہ وقوع فہ ہے اور اس کا متناظر زاویہ انعطاف فہ۔ تختی کی موٹائی ف ہے اور ع، ع، ع، ع طہ، طہ، طہ اور تختی کے ماوے میں منعکس اور منعطف موجوں کے حیضہ ارتعاش کو

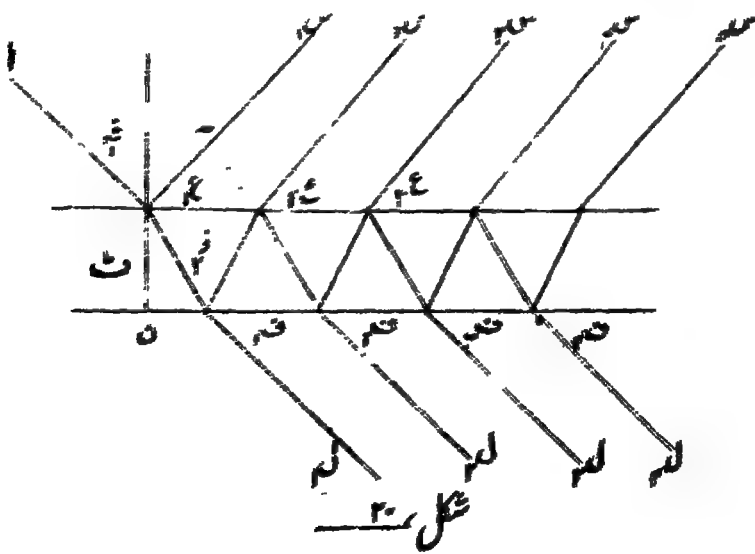
تیسرے کرتے ہیں۔ مگر تختی کا انعطاف مناسب ہے، عن تختی کی سطحوں پر عمود اور ع، ہ
 خط ع، س، ہ پر عمود۔ فرض کرو کہ سمت ع، س، میں منعکس ہونے والی موج اور
 ع، ف، ع کی راہ لے کر سمت ع، س، میں جانے والی موج میں تفاوت راہ کی وجہ
 سے تفاوت ہیئت نہ ہے۔ شکل سے ظاہر ہے کہ ہر دو متواتر منعکس موجوں کا
 تفاوت ہیئت نہ ہی ہوگا۔

$$ع، ف، = \frac{ٹ}{ج، ف،} ع، ہ = ع، ع، ج، ہ > ع، ع،$$

پس ع، ہ = ۲ ن ف، جب ف، = ۲ ٹ س ف، جب ف، = ۲ مرٹ جب ف، = ۲ مرٹ جب ف،

اس لیے $\frac{ٹ}{ج، ف،} = \frac{۲ مرٹ ع، ف، - ع، ہ}{۲} = \frac{ٹ}{ج، ف،} - \frac{۲ مرٹ}{ج، ف،}$

یہی تفاوت ہیئت نہ $\frac{ٹ}{ج، ف،} = \frac{۲ مرٹ ج، ف،}{ج، ف،} = ۲ مرٹ ج، ف،$
 اور تفاوت راہ = ۲ مرٹ ج، ف،



- $\frac{1}{n} \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n^2} \right) + \dots + \frac{1}{n} \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n^2} \right)$ جب (ن-۱) تہ +
 یہ مساوات $\left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n^2} \right)$ کی تمام قیمتوں کے لیے صادق آتی ہے۔ اس لیے
 جب $\frac{1}{n} \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n^2} \right)$ اور $\frac{1}{n} \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n^2} \right)$ کے سر صفر کے مساوی ہیں، یعنی
 ص جم ضہ = ع + ع ط ط (جم تہ + ع جم ۲ تہ + ع جم ۳ تہ +
 + ع (۲-۵۲) جم ن تہ) +
 اور ص جب ضہ = ع ط ط (جب تہ + ع جب ۲ تہ + ع جب ۳ تہ +
 + ع (۲-۵۲) جب ن تہ) +
 آخذاً ذکر مساوات کی ہر رقم کو ۱- یا خ سے ضرب دے کر دونوں مساواتوں
 کو جمع کرنے سے

ص (جم ضہ + خ جب ضہ) = ص فو ضہ = ع + ع ط ط (فو ضہ + ع فو ضہ ۲
 + ع فو ضہ ۳ + ع (۲-۵۲) فو ضہ ن تہ + -)
 وسین کے اندر کے جملہ کی رقیں ایک سلسلہ میں ہیں اور وہ صفر کی جانب
 مستند ہوتی ہیں۔ اس لیے ان کا حاصل جمع = ع ط ط ط (۱- ع فو ضہ ۲
 فو ضہ ۳ - ۱- ع فو ضہ ۲)

پس ص فو ضہ = ص جم ضہ + خ ص جب ضہ = ع + ع ط ط ط (۱- ع فو ضہ ۲
 فو ضہ ۳ - ۱- ع فو ضہ ۲)
 = ع + $\frac{ع ط ط ط (۱- ع فو ضہ ۲)}{(۱- ع فو ضہ ۲) (۱- ع فو ضہ ۳)}$
 = ع + $\frac{ع ط ط ط (۱- ع فو ضہ ۲)}{۱- ع فو ضہ ۲ - ع فو ضہ ۳ + ع فو ضہ ۴}$
 چونکہ فو ضہ = جم تہ - خ جب ط اور جم تہ = $\frac{1}{n} (فو ضہ + فو ضہ ۲)$

$$\text{اس لیے ص جم نہ} + \text{خ ص جم نہ} = \text{ع} + \frac{\text{ع ط ط (جم نہ - خ جب نہ - ع)}}{\text{ع} - ۱ - ۲ \text{ع} \text{ جم نہ} + \text{ع}}$$

ساوات کی حقیقی اور خیالی متادیر کو علیحدہ علیحدہ جمع کرنے سے

$$\text{ص جم نہ} = \text{ع} + \frac{\text{ع ط ط (جم نہ - ع)}}{\text{ع} - ۱ - ۲ \text{ع} \text{ جم نہ} + \text{ع}}$$

$$\text{اور ص جب نہ} = \frac{\text{ع ط ط جب نہ}}{\text{ع} - ۱ - ۲ \text{ع} \text{ جم نہ} + \text{ع}}$$

$$\therefore \text{ص}^2 = \left\{ \text{ع} + \frac{\text{ع ط ط (جم نہ - ع)}}{\text{ع} - ۱ - ۲ \text{ع} \text{ جم نہ} + \text{ع}} \right\} + \left\{ \frac{\text{ع ط ط جب نہ}}{\text{ع} - ۱ - ۲ \text{ع} \text{ جم نہ} + \text{ع}} \right\}$$

نسب نما (۱-ع) جم نہ + ع کو سہولت کی خاطر س سے تعبیر کرو۔
چونکہ ع = ع - ع اور ط ط = (۱-ع) لہذا

$$\text{ص}^2 = \left\{ \text{ع} - \frac{\text{ع (۱-ع) (جم نہ - ع)}}{\text{س}} \right\} + \frac{\text{ع}^2 (۱-ع) \text{ جب نہ}}{\text{س}}$$

$$= \left[\frac{\text{ع} - \text{س} - (۱-ع) (جم نہ - ع)}{\text{س}} \right] + \frac{\text{ع}^2 (۱-ع) \text{ جب نہ}}{\text{س}}$$

$$= \frac{\text{ع}^2}{\text{س}} \left\{ \text{س}^2 - \text{س} (۱-ع) (جم نہ - ع) \right\}$$

$$+ \left\{ (۱-ع)^2 \text{ جم نہ} - ۲ \text{ع} \text{ جم نہ} + \text{ع} - \text{جب نہ} \right\}$$

$$= \frac{\text{ع}^2}{\text{س}} \left\{ \text{س}^2 - \text{س} (۱-ع) (جم نہ - ع) + (۱-ع)^2 (۲ \text{ع} \text{ جم نہ} + \text{ع}) \right\}$$

$$= \frac{\text{ع}^2}{\text{س}} \left\{ \text{س}^2 - ۲ \text{س} (۱-ع) (جم نہ - ع) - (۱-ع)^2 \text{س} \right\}$$

$$= \frac{\text{ع}^2}{\text{س}} \left\{ \text{س} - ۲ - (۱-ع) (جم نہ - ع) - (۱-ع)^2 \right\}$$

$$= \frac{\text{ع}^2}{\text{س}} \left\{ \text{س} - (۱-ع) (۲ \text{ جم نہ} - ۲ - ۱ + \text{ع}) \right\}$$

اور اس کی قیمت اعظم ہوتی ہے جبکہ جب $\frac{1}{r} = 1$

پس جہاں $\frac{1}{r} = 1$ یعنی $\frac{1}{r} = 1$ مرتجم فہ $\frac{1}{r} = 1$ (۱ + ۲) = ۳

یا ۲ مرتجم فہ $\frac{1}{r} = 1$ (۱ + ۲) = ۳ وہاں منعکس نور کی حدت اعظم ہوگی۔ ہم نے ابھی دیکھا ہے کہ ص^۱ کی اقل قیمت صفر ہے۔ اس کی اعظم قیمت $\frac{1}{r} = 1$ ہے جہاں ص^۱ اقل ہے تو ص^۲ کی قیمت اعظم اور اکائی ہے۔ اور جہاں ص^۲ کی قیمت اعظم یعنی $\frac{1}{r} = 1$ ہے تو وہاں ص^۱ کی قیمت اقل اور $\frac{1}{r} = 1$ (۱ - ۲) ہے۔

تقریبی نظریہ — اگر تختی مفضض نہ ہو تو دوسری منعکس شعاع حدت میں پہلی منعکس شعاع کے تقریباً مساوی ہوتی ہے اور باقی دوسری شعاعیں بہت مدہم ہوتی ہیں۔ پس اگر صرف پہلی دوسری شعاعوں ہی کی حدتوں پر غور کیا جائے اور بقیہ شعاعیں نظر انداز کر دی جائیں تو بھی نتیجہ قریب قریب ویسا ہی برآمد ہوگا جیسا کہ سابقہ نظریہ میں ہم نے ثابت کیا تھا کہ ان دو متواتر موجوں یا شعاعوں میں تفاوتِ راہ ۲ مرتجم فہ ہے۔

پس اگر یہ فرض کیا جائے کہ تختی کی پہلی سطح پر کے انعکاس اور دوسری سطح پر کے انعکاس میں کوئی فرق نہیں تو ہمیں توقع ہو سکتی ہے کہ اگر یہ تفاوتِ راہ $\frac{1}{r} = 1$ کے مساوی ہو بیٹھے

۲ مرتجم فہ $\frac{1}{r} = 1$ = $\frac{1}{r} = 1$

جس میں $\frac{1}{r} = 1$ کوئی ایک صحیح عدد ہے تو موجیں ایک دوسری کی اعانت کریں گی۔ اور وہاں نور کی حدت اعظم ہوگی۔ لیکن ہم نے دیکھا ہے کہ اسٹوکس کے استدلال سے $\frac{1}{r} = 1$ پس تختی کی بیرونی اور اندرونی سطحوں پر کے انعکاسوں میں علامتیں مخالف ہیں۔ اس کا یہ مفہوم ہے کہ ایسے انعکاسوں میں ہیئتوں کا فرق بقدر $\frac{1}{r} = 1$ واقع ہوتا ہے گویا تفاوتِ راہ میں $\frac{1}{r} = 1$ کا اضافہ عمل میں آتا ہے۔ پس اعظم حدت کی صورت میں

۲۔ $n = \left(\frac{1}{f} + \frac{1}{v}\right)$ جم فہ =
 یہ نتیجہ سابقہ نتیجے سے منطبق ہوتا ہے جس میں جڑ منکس شعاعوں کو ملحوظ رکھا
 گیا تھا۔
 تیل کی تیلی جلیوں یا صابون کے بلبلوں کا رنگ۔
 زیر سار مٹی کا تیل یا پٹرول جب پانی کی سطح پر پھیل جاتا ہے تو اس پر طرح طرح کے
 خوبصورت رنگ نظر آتے ہیں۔ اسی طرح صابون کے بلبلے جب پھونکے جاتے ہیں تو
 ان کی سطح بھی مختلف رنگوں سے آراستہ دکھائی دیتی ہے۔ صابون کی جھلی کی موٹائی جیسے جیسے
 بڑھتی جاتی ہے ویسے ہی رنگوں میں بھی تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ چھوٹے سے پہلے بلبلے کا اوپر والا
 سب سے پتلا حصہ سیاہ نظر آتا ہے۔

اس کی وجہ فورہی کا تداخل ہے جو جھلی کی اوپر اور نیچے کی سطحوں سے منکس ہو کر
 یکثیت پیدا کرتا ہے۔ چونکہ پٹرول جم فہ = n لہ طول موج لہ والے نور کے
 انکسار کا ضابطہ ہے جہاں جھلی کی موٹائی اس مساوات کی شرائط کو پورا کر گئی وہاں
 لہ طول موج کا نور غائب ہوگا اور اس لیے وہ حصہ باقی ماندہ نور سے رنگین نظر آئے گا۔
 چونکہ ایسی صورت میں تصویر ایک ہی مبداء مثلاً آسمان کے منور خطے یا مکان وغیرہ کی
 سفید سطح سے ہوتی ہے اس لیے نور کا تداخل بھی ممکن ہے جو شامیں جھلی سے نکل کر
 آنکھ تک پہنچتی ہیں بالکلیہ متوازی نہیں ہوتی ہیں اس لیے ان سب کے لیے
 جم فہ کی قیمت ایک ہی نہیں ہو سکتی۔ پس جھلی کے رنگوں میں سے طیف کا کوئی
 خاص حصہ غیر موجود ہونے کے لیے ضروری ہے کہ ضابطہ بالا میں n ایک چھوٹا صحیح عدد
 ہو یعنی جھلی کافی تیلی ہو۔ کچھ پانی کے ذروں میں جب تیل گر کر پھیل جاتا ہے تو رنگ
 زیادہ شوخ اس لیے نظر آتے ہیں کہ جھلی کے نیچے کی سطح سے جو نور خارج ہوتا ہے پورا
 جذب ہو جاتا ہے اور تداخل نور کے اثرات میں نخل نہیں پیدا کرتا۔ صدف وغیرہ
 نیم شفاف پرت در اجسام کے خوبصورت رنگ بھی اسی قسم کے تداخل نور سے
 وقوع میں آتے ہیں۔

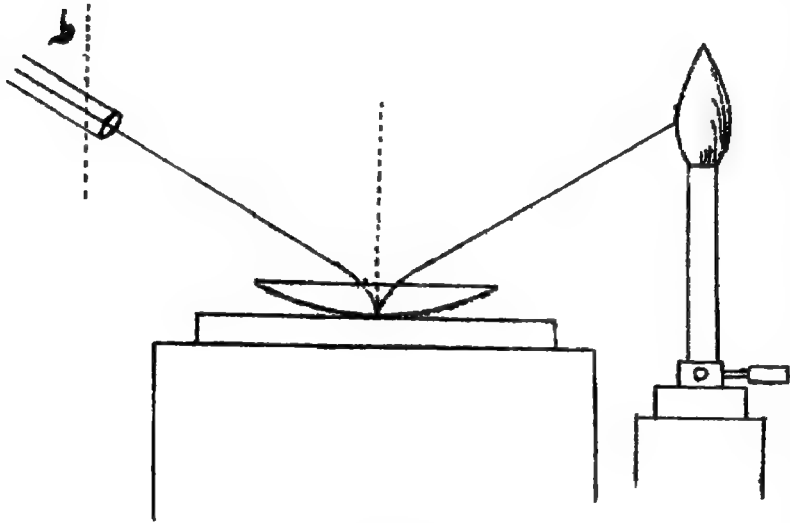
نیوٹن کے رنگین حلقوں کی پیدائش اور ان کے ذریعہ
 نور کے طول موج کی تعیین۔ نیوٹن نے دو بین کے درمیان والے عدسہ کو

جس کے نصف قطر انحرار کئی فٹ لمبے تھے شیشہ کی ایک مناسب تختی پر رکھ کر دیکھا تو ہر گز عدسہ اور تختی کے نقطہ تماس کے گرد ہم مرکز سیاہ اور نکسین حلقے نظر آئے جو مرکز سے جیسے دور واقع تھے ویسے ایک دوسرے کے قریب بھی تھے۔ نیوٹن نے براہ راست خالی آنکھ سے ان کے نصف قطر ناپے اور ان کا باہمی ربط دریافت کیا۔ اس سے پہلے ہوک (Hooke) نے سنہ ۱۶۶۵ء میں ان حلقوں کا مشاہدہ کیا تھا اور ایک حد تک ان کی صحیح توجیہ کی بھی کوشش کی تھی جو تقریباً ایک سو سال بعد ینگ (Young) کے اجتہاد سے کامیاب ہوئی۔

معل میں یہ تجربہ بآسانی ترتیب پاسکتا ہے۔ شیشہ کی کسی قدر موٹی تختی پر ایک چھوٹا لیکن تقریباً ۱۰۰ سنی میٹر ماسکی طول کا عدسہ رکھ کر نقطہ تماس خوردبین میں سے دیکھا جائے تو اس کے گرد اس قسم کے متعدد حلقے نظر آئینگے۔ شکل ۱۲ میں ع عدسہ اور تختی ہے۔ ش ایک شیشہ کی چلی تختی ہے جو عدسہ کے اوپر کو افق کے ساتھ ۴۵° پر استادہ کی جاتی ہے۔ ح ایک محدب عدسہ ہے جس کے اسکے پر ایک دسینچ ایک لونی مشعل مثلاً سوڈیم کا چراغ روشن کیا جاتا ہے۔ شعاعیں جب اس عدسہ (ح) میں سے متوازی نکلیں گی تو تختی ش سے منعکس ہو کر عدسہ ع اور تختی ت پر انتصاف واقع ہونگی۔ بعد انعکاس اوپر کی طرف کوڑھیں گی۔ اور تختی ش میں سے ہو کر خوردبین ن میں داخل ہونگی۔

اس تجربہ میں عدسہ ع اور تختی ت کے مابین ہوا کی جو چلی جھلی ہے اس کی اوپر اور نیچے والی سطحوں سے نور کی شعاعوں کا انعکاس ہو کر تداخل پیدا ہوتا ہے۔ منعکس شعاعوں کے تداخل سے جو حلقے بنتے ہیں ان کا سب سے اندرونی حلقہ سیاہ ہوتا ہے۔ ان حلقوں کے مشاہدہ کے لیے خوردبین کو اس طرح ترتیب دینا چاہیے کہ جھلی ماسک برائے۔ خارج شدہ شعاعوں کے تداخل سے بھی حلقے دکھائی دیتے ہیں لیکن ان کا سب سے اندرونی حلقہ روشن ہوتا ہے۔ منعکس شعاعوں کے تداخل سے جہاں سیاہ حلقہ نظر آتا ہے وہاں خارج شدہ شعاعوں کے تداخل سے روشن حلقہ دکھائی دیتا ہے۔ گویا یہ ایک دوسرے کی تکمیل کرتے ہیں۔

واضح ہے کہ جب شعاعیں شکل (۱۱) کی طرح عمود وار واقع ہوتی ہیں تو جھلی میں وقوع کا زاویہ صفر ہوتا ہے اور اس لیے ہم $\theta = 0$ دریافت کیا جاسکتا ہے۔ اس تجربہ سے کسی بھی نور کا طول موج یا سانی دریافت کیا جاسکتا ہے۔ شکل (۱۱) کی طرح بھی خود بین کے محور کو انتصابی سمت کے ساتھ زاویہ θ پر مائل رکھ کر نیوٹن کے حلقوں کا تجربہ کیا جاسکتا ہے۔ جوشعاعیں نکلتی ہیں عدسہ کی اوپر والی سطح کے عمود کے ساتھ تفت رینا ہی زاویہ θ بناتی ہیں۔ چونکہ اس تجربہ میں حلقے ترقیبی وضع میں مشاہدہ ہوتے ہیں اس لیے وہ دائری نہیں بلکہ قطع ناقص کے ایک نظام کی شکل میں دکھائی دینگے۔



شکل ۲۳

منکس موجوں کے تداخل سے جو حلقے بنتے ہیں ہم نے ابھی بیان کیا ہے کہ ان کا مرکزی حلقہ سیاہ ہوتا ہے۔ اس لیے کہ ایک انعکاس شیشہ میں ہوا کی جھلی کے اوپر واقع ہوتا ہے اور دوسرا ہوا میں شیشہ کی سطح کے اوپر۔ اس لیے تفاوت راہ کی تعیین میں ایک نصف طول موج کا اضافہ وقوع میں

آتا ہے۔ لیکن اگر عدسہ کراؤن شیشہ اور اس کے نیچے کی سختی فلٹ شیشہ کی ہو اور ان دونوں کے بیچ میں سستا فراس کا تیل پھیلا یا جائے جس کا انعطاف نما کراؤن شیشہ کے انعطاف نما سے بڑا اور فلٹ شیشہ کے انعطاف نما سے چھوٹا ہے تو چونکہ نور کی شعاعیں تیل کی اوپر اور نیچے کی سطح سے جب منعکس ہوتی ہیں تو دونوں صورتوں میں کمتر انعطاف نما سے زیادہ تر انعطاف نما والے واسطہ میں انعکاس واقع ہوتا ہے اس لیے تفاوت راہ کی تعیین میں مزید نصف طول موج کے اضافہ کی ضرورت نہیں ہوتی اور مرکزی حلقہ روشن دکھائی دیتا ہے۔ چنانچہ ینگ سب سے پہلا شخص ہے جس نے یہ تجربہ کر کے بتایا۔

جب واقع شعلہ ایک لونی نہیں بلکہ سفید ہوتی ہے تو اس کے مختلف لونی اجزاء ایک دوسرے پر متراکب ہوتے ہیں جس کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ مرکزی سیاہ حلقہ کے گرد رنگین حلقے دکھائی دیتے ہیں اور ان کی تعداد بھی کم ہوتی ہے۔ نیوٹن نے ان رنگوں کے سات مندرجہ ذیل سلسلے مشاہدہ کیے :-

(۱) سیاہ، نیلا، سفید، زرد، سرخ (۲) بنفشی، نیلا، سبز، زرد، سرخ

(۳) ارغوانی، نیلا، سبز، زرد، سرخ (۴) سبز، سرخ (۵) سنہری، مائل نیلا

سرخ (۶) سنہری، مائل نیلا، ہلکا سرخ (۷) سنہری، مائل نیلا، سرخی، مائل سفید۔

سی۔ وی۔ بائو (C. V. Boys) نے ”پیلاٹوس ترح“ کے نام سے

ایک آلہ اختراع کیا ہے جس سے سفید نور میں ان رنگین حلقوں کا بخوبی مطالعہ

ہو سکتا ہے۔ یہ پیتل کے ایک حلقہ پر مشتمل ہے جس کا قطر تقریباً چار انچ ہے

اور جو سرعت کے ساتھ ایک انتصابی محور کے گرد گھمایا جاسکتا ہے۔ گھمانے سے

پہلے اس حلقہ پر صابون کے پانی کی ایک جھلی پھیلا دی جاتی ہے۔ گردش جیسے جیسے

تیز ہوتی جاتی ہے جھلی کے مرکز پر موٹائی کمتر ہوتی جاتی ہے اور ساتھ ہی اس کے

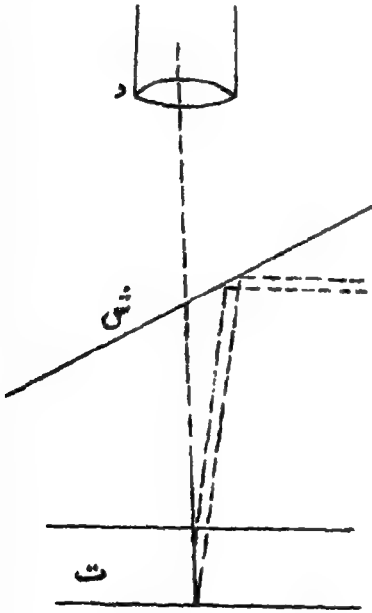
محیط کی طرف بڑھتی جاتی ہے۔ بالآخر مرکز پر ایک سیاہ دھبہ اور اس کے

گرد رنگین حلقے دکھائی دیتے ہیں جن کے قطروں کے طول گردش کے ساتھ

تبدیل کیے جاسکتے ہیں۔

ہیڈنجر (Haidinger) کی جھالیں - ہیڈنجر نے

۱۸۳۹ء میں مشاہدہ کیا کہ کسی قدر موٹی شفاف متوازی پہلوؤں والی تختی میں بھی تداخل نور ہے رنگین طے بنتے ہیں۔ لیکن اس امر کی تحقیق میسکار (Mascart) اور لٹمر (Lummer) نے کی۔ شفاف تختی اگر ۳ یا ۴ ملی میٹر موٹی ہو تو ان حلقوں کے مشاہدہ کے لیے اس کے پہلوؤں کا ٹھیک مستوی اور متوازی ہونا ضروری ہے اس لیے کہ تختی کی متوازی سطحوں سے منعکس ہو کر تداخل پیدا کرنے والی شعاعیں ان سطحوں کو جن نقطوں میں منقطع کرتی ہیں ان کا درمیانی فاصلہ بہت زیادہ ہوتا ہے۔ مہذا ان کے دیکھنے کے لیے آنکھ لا تنہا ہی پر ماسکمہ پر لائی جانی چاہیے یا دور بین



شکل ۲۳

سے مدد لی جائے۔ ساتھ ہی نور بھی ایک لونی ہونا چاہیے۔ اس لیے کہ تداخل کے ضابطہ ۲^م درجہ ذمہ نہ لے سے ظاہر ہے کہ تختی کی موٹائی ۱/۲ بمقابلہ ۱/۴ ایک بڑی مقدار ہونے کی وجہ سے ذمہ کی کسی ایک قیمت کے لیے ۱/۲ کی ایسی قیمتیں لی سکتی ہیں جو طیف کے ہر رنگ کے لیے درست ہو سکتی ہیں۔ شکل ۲۴ میں ت شفاف موٹی تختی ہے۔ اس پر شعاعیں ۲۵ پر پائل پٹی غیر منقضض شیشہ کی تختی ش سے منعکس ہو کر گرتی ہیں۔ اور پھر اس کی اوپر اور نیچے والی سطحوں سے منعکس ہو کر دور بین میں داخل ہوتی ہیں۔ ت کی سطحیں جب

ٹھیک متوازی ہوتی ہیں تو جہازیں ہم مرکز حلقوں کی شکل میں نظر آتی ہیں جن کا مشہور دور بین کے محور پر واقع ہوتا ہے۔ حلقوں کی تعداد معین ہوتی ہے۔ سب سے اندر کا حلقہ تختی کی موٹائی اور شعاعوں کی انعطاف پذیری کے لحاظ سے کبھی سیاہ ہوتا ہے

اور کبھی روشن۔ ہیڈلنچو کی ان جہالروں کے معاہدہ سے تختی کے پہلوؤں کے
بھیک مستوی متوازی ہونے کا امتحان ہو سکتا ہے۔ کسی سطح کے مستوی ہونے کا
امتحان مقصود ہو تو آسان طریقہ یہ ہے کہ اس کو ایک ایسی سطح پر رکھا جائے جس کا مستوی ہونا
منظری طریقہ سے ثابت ہو چکا ہو۔ زیر امتحان سطح اور اس سطح کی درمیانی ہوا کی جھلی کو یک ٹوٹی نور سے
منور کر کے متداخل جہالروں کا امتحان کرنے سے پتہ چل جاتا ہے کہ سطح کس حد تک
مستوی ہے۔

دقیق پیمائشوں میں متداخل نور کے اطلاقات۔ چونکہ نور کا
طول موج بہت چھوٹا ہے اس لیے متداخل نور کے تجربوں کے ذریعہ سے نہایت
باریکی کی پیمائشیں مل میں لائی جاسکتی ہیں۔ ابھی ابھی بیان کیا گیا کہ متداخل نور کا
طریقہ استعمال کر کے تختیوں کی سطحوں کو بالکل مستوی متوازی بنا سکتے ہیں۔ اس کے
علاوہ یہ طریقہ شفاف اشیاء کے انعطاف نما کی خفیف تبدیلیوں مثلاً تپش یا دباؤ
کی تبدیلی سے گیس کے انعطاف نما کی تبدیلی کی پیمائش میں استعمال ہوتا ہے۔ بعض
معیاری اشعا عوں کے طول موج کی قیمت بھی اس کے ذریعہ طول کی اکائی کی رقبوں
میں ناپی جاسکتی ہے۔ طیفی خطوط کی ساخت بھی اس سے دریافت ہو سکتی ہے کہ
آیا وہ مفرد ہیں یا مرکب۔

سمبر دست ہم متداخل نور کے طریقہ سے انعطاف نما کی خفیف تبدیلیوں کی
پیمائش پر بحث کریں گے۔ اور بتائیں گے کہ طیف پیمائش کے طریقہ سے یہ طریقہ کیوں زیادہ حساس
ہے۔ واضح ہو کہ طیف پیمائش کا استعمال زاویہ پیمائی پر منحصر ہے۔ عمدہ سے عمدہ
طیف پیمائشوں میں ۱۰ انانہ تک کا زاویہ بڑھا جاسکتا ہے اور اس طرح کسی شے
کا انعطاف نما اعشاریہ کے چوتھے مقام تک صحت کے ساتھ معلوم ہو سکتا ہے۔
جن تجربوں میں ٹھوس یا مائع کے انعطاف نما کی مطلق قیمت دریافت کرنی مقصود
ہو ان کے لیے طیف پیمائش بہترین آلہ ہے۔ لیکن گیسوں کے انعطاف نما یا ٹھوس
یا مائع اشیاء کے انعطاف نما کی خفیف تبدیلیوں کے لیے متداخل نور کے طریقہ
زیادہ حساس ہوتے ہیں۔ اگر بالفرض کسی شے کے اندر نور کی موجیں ۱۰ سم
راستہ طے کرتی ہیں اور اس شے کے انعطاف نما کی تبدیلی سے اس راستہ

طول میں لے یعنی ایک طول موج کی ن۔ وہیں کسر کا فرق پیدا ہو جاتا ہے تو

$$\frac{10}{10} + \frac{10}{10} = \frac{20}{10} = 2 \therefore \frac{\text{فرم}}{\text{م}} = \frac{\text{فرم}}{\text{م}} = \frac{\text{فرم}}{\text{م}}$$

پس اگر طول موج 10×10^{-6} سم (جو ایک سم رنگ سے تعلق ہے) ہو تو

$$\text{فرم} = \frac{10 \times 10^{-6}}{2} \text{ م کی منطری راستہ کے طول میں طول موج کے پانچویں}$$

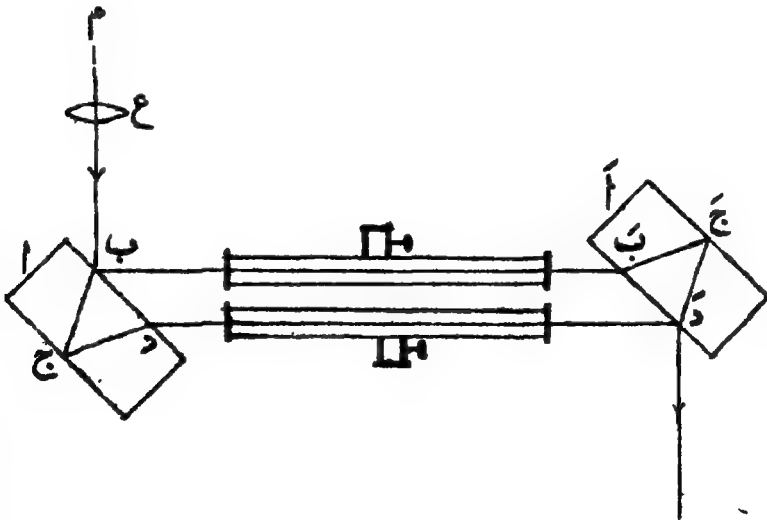
حصہ تک کی تبدیلی بھی آسانی سے ناپ لی جاسکتی ہے۔ پس اس طریقہ سے الطاف پیمائی کی تبدیلی اس کے 10^{-6} حصہ تک یعنی اعشاریہ کے چھٹے مقام تک ناپنے میں کوئی وقت نہیں۔ بالفاظ دیگر یہ طریقہ طیف پیمائی کے طریقہ سے سو گنا زیادہ حساس ہے۔ جن آلات کے ذریعہ ایسی پیمائشیں عمل میں آتی ہیں ان کو تداخل پیماس (Refractometer) کہتے ہیں۔

ژامان (Jamin) کا تداخل پیماس - ۱ اور آئینے کی دو

عین مساوی موٹی تختیاں ہیں جو ایک ہی گندے سے تراشی گئی ہیں ملاحظہ ہو شکل ۲۵۔ ان کی سطحیں منطری طریقہ سے مستوی اور متوازی بنائی گئی ہیں۔ ان کی پیچھے کی سطحیں منقوض ہیں۔ اور وہ تقریباً ایک میٹر کے فاصلے سے منطری بیچ پر باہدگر متوازی استادہ کی گئی ہیں۔ ۱ کو پہلے اس طرح کھڑا کرتے ہیں کہ اس کی تیار کردہ سطحیں استعصابی اور بیچ کے محور سے ۵۴ ڈیگری ہوئی ہیں۔ مبداء م سے جو شعاعیں نکلتی ہیں محدب عدسہ کے ذریعہ متوازی بن کر تختی ۱ کے ساتھ ۵۴ زاویہ پر واقع ہوتی ہیں۔ سامنے کی سطح سے ان کا کچھ حصہ منعکس ہو کر سمت ب ب میں بیچ کے محور کے راستہ سے گزرتا ہے اور کچھ تختی میں داخل ہو کر اس کے پیچھے کی سطح سے نقطہ ج پر منعکس ہوتا ہے اور بالآخر سامنے کی سطح سے خارج ہو کر پہلے جزو کی متوازی سمت د د میں چلا جاتا ہے۔ پہلی مثل تختی ۱ میں ب ج کی سمت میں منعطف ہوتی ہے اور پھر ج د کی سمت میں منعکس ہو کر اسی راستہ سے خارج ہوتی ہے جس راستہ سے دوسری مثل تختی ۱ کی

سامنے والی سطح سے منعکس ہوتی ہے۔ تختی A انتصابی محور کے گرد حسب ضرورت
 خفیف سی گھمائی جاسکتی ہے۔ اگر دونوں تختیاں ٹھیک مشابہ اور متوازی ہونگی
 تو تمام شعاعوں کے لیے دونوں راستے ایک ہی طول کے ہونگے۔ اس منزل پر
 پہنچنے کے بعد اگر احیاء شیشہ کی یکسانیت میں سقم یا تختیوں کی سطحوں میں بناوٹ
 کے کچھ عیوب رہ گئے ہوں تو آنکھ کو بھڑی بے قاعدہ شکلیں نظر آنے لگیں گی۔
 تختیاں جس قدر ٹھیک متوازی ہونگی اتنا ہی متداخل نور سے پیدا ہونے والے بند
 چوڑے نظر آئیں گے۔ ایسے بندوں کو بروسٹون (Brewster) کے بند کہتے ہیں اس لیے کہ بروسٹون نے سب سے پہلے ان کا
 مشاہدہ کیا تھا۔

تختی A کو ذرا سا گھمانے سے پنسلوں کے طول راہ میں خفیف سافرت
 پیدا ہو گا اور متبادل روشن اور تاریک بند دکھائی دیں گے۔ اب مساوی اور مشابہ
 نلیاں L جن کے دونوں سرے منافی طریقہ پر مساوی تیار کردہ شیشہ کے



شکل ۲۵

نگاروں سے بند ہو سکتے ہیں۔ باب اور دو پنسلوں کے راستے میں رکھی جاتی ہیں۔ ابتدا دونوں نلیوں میں کی ہوا خارج کی ہوئی ہوتی ہے۔ اگر ضرورت ہو تو تختیوں کو کور ٹھیک وضع میں ترتیب دیا جاتا ہے تاکہ دور بین میں صحیح شکل کے بند نظر آئیں۔ دور بین کے صلیبی تار اب ایک روشن بند کے ٹھیک وسط میں ماسکہ پر لائے جاتے ہیں۔ پھر ایک نلی کے اندر تدریج دی ہوئی گیس داخل کی جاتی ہے اور فشار پیمائے کے ذریعہ اس کا دباؤ معلوم کر لیا جاتا ہے۔ جیسے جیسے گیس کا دباؤ بڑھتا جائیگا تداخلی بند دور بین کے میدان نظر میں سے حرکت کرتے ہوئے دکھائی دینگے۔ بند جب صلیبی تاروں پر سے گزرتے ہوئے دکھائی دیتے ہیں تو ان کی تعداد گن لی جاتی ہے۔ اس طرح فشار پیمائی کی قرأت اور بندوں کی تعداد جو صلیبی تاروں پر سے گزرے ہیں قائل کر لیے جاتے ہیں اور ان کی ایک ترتیم تیار کی جاتی ہے۔ اور اس طرح معلوم کر لیا جاتا ہے کہ کامل خلا سے لے کر گڑھ ہوائی کے دباؤ تک کتنے بند تاروں پر سے گزریں گے۔ فرض کرو کہ ان کی تعداد n سے تو اس کے یہ معنی ہوں گے کہ خالی نلی اور گڑھ ہوائی پر دی ہوئی گیس سے بھری نلی میں مناظری راستہ کا فرق $n\lambda$ ہے۔

اگر نلی کا طول L ہے، خلائی نلی میں انعطاف نما ہر اور گڑھ ہوائی پر گیس سے بھری نلی میں انعطاف نما ہر اور خلا میں ذرا کا طول موج λ ہے تو

$$L = (m - \frac{1}{2}) \lambda \quad \text{لیکن } m = 1, 2, 3, \dots + \frac{1}{2} \frac{n\lambda}{L}$$

صلیبی تاروں پر سے گزرنے والے بند گھٹنے کی بجائے معادض

(Compensator) استعمال کر کے ایک ہی بند کو تاروں پر قائم

رکھ سکتے ہیں۔ ذیل میں ریلے (Rayleigh) کے تداخل پیمائی کی تشریح کے ساتھ اس کا بھی ذکر کیا جائیگا۔

ریلے کا تداخل پیمائی۔ ہم یہاں گیسوں کے تداخل پیمائی مختصر

تشریح کرینگے۔ ایضات کے انعطاف نما کا تداخل پیمائی اس سے مشکل اور ساخت میں مختلف ہوتا ہے لیکن اصول کے لحاظ سے دونوں ایک ہیں۔

اب ایک ہوا بند فلزی ڈبہ ہے جو دو علیحدہ مساوی کمروں میں تقسیم کیا گیا ہے (دیکھو شکل ۱۶)۔ دونوں کمروں میں کی گیس کا دباؤ گھٹایا بڑھایا جاسکتا ہے اور اس کی پیمائش فشار پیمائوں سے کی جاتی ہے۔ کمروں کے سرے دو مساوی مناظر شیٹ کی تختیوں سے بند ہیں۔ ت تواری گڑھے جو مبداء م سے آنے والے نور کو متوازی پنسل میں تبدیل کر کے دو جھریوں ج ج میں سے گزرنے دیتا ہے، جو اب کے کمروں کے عین سامنے ایک پردہ پر بنی ہوئی ہیں اور ڈبہ کی بلندی سے کسی قدر زیادہ لمبی ہوئی ہیں تاکہ نور کی پنسلیں کمروں کے اندر سے اور کچھ باہر سے بھی گزر کر دور بین د میں داخل ہوں۔

جھریاں دور بین کے ماسکی مستوی میں داخل ہونے لگتی ہیں اور اگر اب کے کمروں میں گیس کا دباؤ مساوی ہے تو دور بین کے میدان نظر کے نیچے کے



شکل ۱۶

حصہ کے بند جو کمروں کی گیس میں سے گزرنے والی شعاعوں سے پیدا ہوتے ہیں میدان کے اوپر کے حصہ کے بندوں کے ساتھ مسلسل دکھائی دیتے ہیں جو ڈبہ کے اوپر سے آنے والی شعاعوں سے بنتے ہیں۔ میدان نظر کے ان اوپر اور نیچے والے بندوں کا باہم گیر آسانی کے ساتھ مقابلہ کرنے کے لیے مشورہ شدہ استعمال کیا جاتا ہے جو اوپر والی پنسل کو نیچے کی طرف منحرف کرتا ہے۔

مبداء نور سوڈیم یا پارے کا چراغ ہو سکتا ہے۔ اگر سفید نور استعمال کیا جائے تو رنگین بندوں کے دو سلسلے نظر آئیں گے جن کا مرکزی بند سفید ہوگا۔ اگر دونوں

اکروں میں دباؤ کا تفاوت ہو تو نیچے کے تداخلی بندوں میں ہٹاؤ واقع ہوگا جس کو اب مناظری راستے غیر مساوی ہونگے۔

معاوض ض شبشہ کی دو تختیوں سے بنا ہوا ہے جو باہد گر ایک چھوٹے زاویہ پر مائل ہیں اور اب میں سے آنے والی پسلوں کے راستہ میں رکھا جاتا ہے۔ جب یہ معاوض پسلوں کے راستہ میں متشاکلاً واقع ہوتا ہے تو اس کی وجہ سے کوئی فرید تفاوت راہ پیدا نہیں ہوتا لیکن اس کو جب گھما کر دوسری وضع میں لاتے ہیں تو پسلوں کے راستوں میں تفاوت واقع ہوتا ہے۔ اب کے کمروں کی گیس میں دباؤ کے اختلاف سے جو تفاوت راہ پیدا ہوتا ہے اور اس کی وجہ سے مرکزی تداخلی بند اپنی پہلی وضع سے ہٹ جاتا ہے وہ ض کو مناسب سمت میں حسب ضرورت گھما کر اپنے ابتدائی مقام پر واپس لایا جاسکتا ہے۔ ض کے ساتھ ایک نمایندہ ہوتا ہے جو اس کے ساتھ ایک پیمانہ پر گردش کرتا ہے۔ نمایندہ کو پیمانہ کے نشانات پر سے انقساط گھما کر دیکھ لیا جاتا ہے کہ نیچے کے کتنے بند اوپر کے ایک ثابت بند پر سے گزر جاتے ہیں۔ اسی طرح معاوض کی تعمیر کر کے اس کے پیمانہ کی قرأت اور تفاوت طول موج میں تعلق معلوم کر لیا جاتا ہے۔ یہ طریقہ اس قدر حساس ہے کہ دباؤ کے خفیف اختلاف سے تداخلی بندوں کی ایک معتد بہ تعداد طبعی تاروں پر سے گزر جاتی ہے اس لیے طبعی دباؤ اور پیش کے تحت کسی گیس کا انعطاف نامہ دریافت کرنے کے لیے حسب ذیل حسابی عمل سے کام لیا جاتا ہے:-

گیسوں کے لیے ضابطہ $\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_0} + \frac{1}{\lambda_1}$ مستقل کافی صحیح مانا جاتا ہے جس میں λ_0 گیس کا انعطاف نما اور λ_1 اس کی کثافت ہے۔

اگر ت گیس کی مطلق پیش اور د اس کا دباؤ ہو تو ازروئے کلیات

$$\text{گیس} = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_0} + \frac{1}{\lambda_1}$$

پس $\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_0} + \frac{1}{\lambda_1}$ مستقل

اگر گیس کا انعطاف نماطبیعی تپش اور دباؤ کے تحت م۔ ہے تو

$$\frac{1 - \text{م۔}}{2} = \text{ت} \times \frac{1 - \text{م۔}}{243}$$

اب فرض کرو کہ نلیوں میں گیس کا طول ط ہے اور د، دہ دباؤں کے تحت اس کا انعطاف نما م۔ ہے اور اس میں نور کا طول موج لم، لم، ہے۔ پس نلیوں میں نور کی موجوں کی تعدادوں کا تفاوت

$$\text{ط} \left(\frac{1}{\text{لم}} - \frac{1}{\text{لم}} \right) = \left(\frac{\text{ط}}{\text{لم}} - \frac{\text{ط}}{\text{لم}} \right) = \left(\frac{\text{ط}}{\text{لم}} - \frac{\text{ط}}{\text{لم}} \right)$$

جس میں لم، نور کا طول موج خلا میں ہے۔

$$\left\{ \frac{\text{ط}}{\text{لم}} - \frac{\text{ط}}{\text{لم}} \right\} = \text{تفاوت کی تعدادوں کا}$$

$$\frac{\text{ط}}{\text{لم}} - \frac{\text{ط}}{\text{لم}} = \frac{243}{2} \text{ت} (\text{م۔} - \text{د۔})$$

معاوض کے نمائندہ کی مدد سے اس تفاوت کی قیمت معلوم کر لی جاتی ہے
فرض کرو وہ ع ہے

$$\text{پس م۔} = 1 + \frac{243 \text{ ط}}{2 (\text{م۔} - \text{د۔})}$$

معاوض کی تعمیر کے لیے جو ترسیم کھینچی گئی ہے اس سے نسبت $\frac{\text{ع}}{\text{د۔}}$ دریافت کر لی جاتی ہے۔

ماثعات کے انعطاف نما کی خفیف تبدیلیاں ناپنے کے لیے مثلاً جبکہ ان میں کوئی شے مل جوتی ہے گیس والے ڈبے سے چھوٹا ڈبہ استعمال کیا جاتا ہے۔ اس کے بھی دو کمرے ہوتے ہیں۔ حرکت پذیر تختی ڈبے کے اوپر سے لہنے والی پنسل کے سید راہ ہوتی ہے۔ مرکزی بند واضح نظر آنے کے لیے جھریاں سفید نور سے روشن کی جاتی ہیں۔ لیکن انعطاف نما کی

تبدیلی کے ضابطہ

$$(م م) ط = ن ل$$

میں لہ وہی طول موج ہے جو آلہ کے پیمانہ کی تعمیر کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔
تعمیر کا طریقہ گمبسی تداخل پیم کے پیمانہ کی تعمیر کے مماثل ہے۔

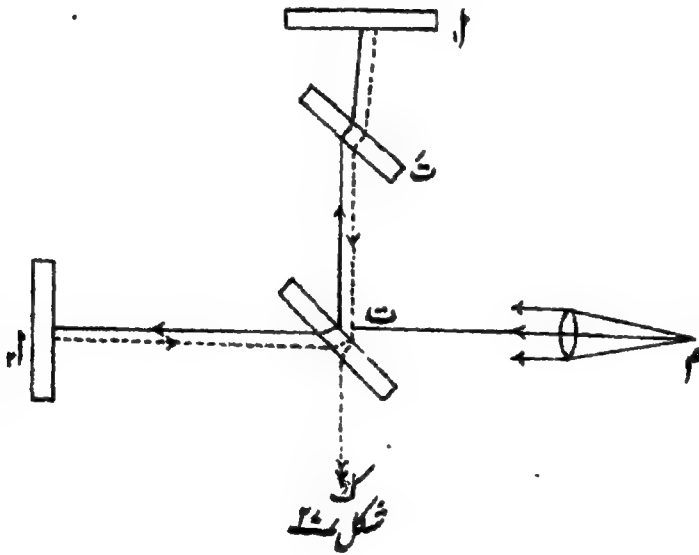
مانکلسن کا تداخل پیم - ہم اس باب میں صرف اس آرکی

تشریح اور اس کا نظریہ بیان کر کے بتائینگے کہ اس کے ذریعہ اشیاء کا انعطاف نما
کیونکر دریافت ہو سکتا ہے۔ طیف پیمائی اور طبیعی ہیئت (Astrophysics) میں
بھی اس آلہ کا استعمال بہت مفید ہے۔ ان امور پر طیف پیمائی کے باب میں بحث
کی جائیگی۔

نور کا تداخل پیدا کرنے کے متعلق اب تک جو طریقے بیان ہوئے ہیں
ان میں دو امور قابل غور ہیں جن کی وجہ سے تجربہ کی کامیابی محدود ہو جاتی ہے۔ ایک
یہ کہ جھری کے استعمال سے نور کی حدت بہت گھٹ جاتی ہے۔ دوسرے
یہ کہ جن راستوں سے نور کی پٹیلیں پردہ وغیرہ پر پہنچ کر تداخل پیدا کرتی ہیں ان کا
ایک دوسرے کے قریب ہونا ضروری ہے تاکہ ان کا درمیانی زاویہ چھوٹا ہو۔
ایسی صورت میں ضروریات تجربہ کے لحاظ سے ایک پٹیل کے راستہ میں بعض
مناظری اشیاء کا داخل کرنا مشکل ہو جاتا ہے۔ یہ وقتیں مانکلسن کے
تداخل پیم میں نہایت کامیابی کے ساتھ رفع ہو جاتی ہیں۔ شکل ۲ میں اس کا
حاکم بتایا گیا ہے۔

م مبدلے نور ہے جو ایک محدب عدسہ کے ماسک پر واقع ہے۔ متوازی
شعاعوں کی پٹیل مناظری ٹیمپٹ کی تختی پر گرتی ہے جس کی سامنے کی سطح اس
مففض ہوتی ہے کہ واقع نور کا آدھا حصہ اس پر سے منعکس ہوتا ہے اور آدھا
اس میں سے گزر جاتا ہے۔ جو حصہ منعکس ہوتا ہے وہ ایک دوسری مساوی
اور متوازی تختی میں سے گزر کر مستوی آئینہ ۱ پر علی التوائے واقع ہوتا ہے۔
آئینہ کی سامنے کی سطح مففض ہے۔ اس پر سے شعاعیں منعکس ہو کر واپس کو تختی

ہیں اور ہوا اور تختی ت میں سے اسی راستہ واپس ہوتی ہیں جس راستہ سے آئی تھیں۔ تختی ت پر جبہ پہنچتی ہیں تو اس میں سے سرایت کر کے آنکھ ک میں داخل ہوتی ہیں۔ نور کا جو حصہ تختی ت میں سے گزرتا ہے آئینہ ۱ پر سے منعکس ہو کر تختی ت پر اسی راستہ کو ٹپتا ہے جس راستہ سے کہ آیا تھا۔ یہاں وہ منعکس ہو کر نور کے پہلے جزو کے ساتھ منطبق ہوتا ہے۔ تختی ت محض اس لیے استعمال کی جاتی ہے کہ پنسل کے دونوں جزو مساوی راستے طے کریں ورنہ پنسل کا دوسرا جزو ت میں سے تین مرتبہ گزرتا اور پہلا جزو صرف ایک ہی مرتبہ۔

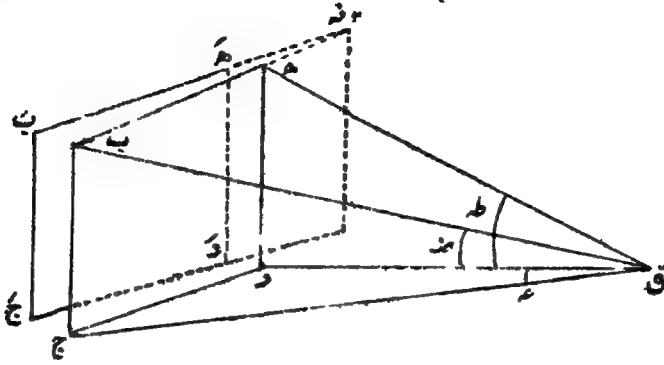


ٹھیک متوازی بنایا جاسکے۔ آئینہ ا۱ کمانوں کے ذریعہ تین بیچوں کے مقابل ٹکایا جاتا ہے جو ایک انتصائی تختی میں لگے ہوئے ہیں۔ یہ تختی قاعدہ کے سرے سے پیوستہ ہے۔ دونوں آئینوں ا۱ اور ا۲ کی سامنے کی سطح مفضض ہے۔ آئینہ ا۲ جس پر کھٹے میں پکڑا ہوا ہے ایک فلزی پھسلاؤ تختہ پر مضبوط جادیا گیا ہے اور تختہ ایک ٹھیک مستقل گھائی والے لمبے بیچ کے ذریعہ قاعدہ میں آگے پیچھے بغیر ذرا بھی گھماؤ کے حرکت کرتا ہے۔

چونکہ اس تداخل میں جبری نہیں ہے اور جن پسوں میں تداخل واقع ہوتا ہے وہ باہر گیر علی التوائم ہیں اس لیے سابقہ تجربوں کے استقام اس کے تجربوں میں نہیں پائے جاتے ہیں۔ یہی وجہ ہے کہ یک نونی فور جب استعمال کرتے ہیں تو اس آلہ میں ہزاروں کی تعداد میں تداخلی بند دکھائی دیتے ہیں۔ اس کی ایک اور خوبی یہ ہے کہ تداخل کے لیے یہ ایک ہوائی جھلی کا کام دیتا ہے جس کی موٹائی ہم جتنا چاہیں گھٹا سکتے ہیں۔ اس لیے کہ تداخل صرف ہوا کے اس حصہ میں ہوتا ہے جو آئینہ ا۱ اور تختی ت میں آئینہ ا۲ کے خیال کے درمیان واقع ہوتی ہے۔ واضح ہے کہ ہم ا۱ کے خیال کو نہ صرف ا۲ کے نہایت ہی قریب لے جاسکتے ہیں بلکہ ا۱ کے اندر سے بھی گزرا سکتے ہیں۔

جب مبداءے نور کالی وسیع ہوتا ہے تو کسی بیرونی مقام پر اس کی تنویر اس کے فاصلہ شکل یا وضع کے غیر تابع ہوتی ہے۔ پس ہم ان آئینوں ہی کو مبداءے نور تصور کر سکتے ہیں۔ ب ج دھ اور ب ج دھ آئینہ ا۱ اور آئینہ ا۲ کے خیال کے مناظر رقبے ہیں۔ ت اور ت ابھی ٹھیک متوازی نہیں کیے گئے ہیں۔ ان کے مابین ایک چھوٹا زاویہ ۲۰ ہے (دیکھو شکل ۲)۔ ۲ ان رقبوں کے مابین د اور د کا درمیانی فاصلہ ہے اور ۲ ان ہی رقبوں کے مابین ب اور ب کا درمیانی فاصلہ ہے۔ ق ایک نقطہ ہے جو سطح ب ج دھ کے سامنے اس کے عمود دق پر کانی طور واقع ہے۔ ق ب، ق ج اور ق د خطوط کھینچو۔ زاویہ ب ق د کو منہ سے تعبیر کرو \angle ب ق د کو منہ سے اور ق د کو منہ سے۔

چونکہ ب ج دھ ایک چھوٹا رقبہ ہے اور ق اس سے کافی دُور



شکل ۲۸

زاویہ ضہ ایک چھوٹا زاویہ ہے اور $\angle ب ب ق$ تقریباً ضہ کے مساوی ہے۔ پس $ب ب ق$ - $ب ق$ یعنی ق کا $ب$ اور $ب$ سے تفاوتِ راہ

تہ $۲ = \text{مٹ}$ حجم ضہ تقریباً (۱)

اور $\text{مٹ} = ۲ \text{ مٹ} + ج د \text{ مس } ۲ \text{ فہ}$

$\therefore \text{مٹ} = ۲ \text{ مٹ} + ج د \text{ مس } ۲ \text{ فہ} = ل \text{ مس } ۲ \text{ فہ}$

جس میں $ل = ق د$

پس تفاوتِ راہ تہ $۲ = (مٹ + ل \text{ مس } ۲ \text{ فہ})$ حجم ضہ (۲)

لیکن حجم ضہ $= \frac{ق د}{ق ب} = \frac{ق د}{باقی د + ج + ب} = \frac{ق د}{۱ + مس ۲ + مس ۲}$

$\therefore \text{تہ} = ۲ = \frac{ق د + ل \text{ مس } ۲ \text{ فہ}}{۱ + مس ۲ + مس ۲}$ (۳)

چونکہ آنکھ کی پستلی میں داخل ہونے والی شعاعیں ایک کافی چوڑے راہ کی مخروط کی سی ہوتی ہیں اس لیے تفاوتِ راہ تہ کافی چھوٹا ہو سکتا ہے اور جو ارتعاش ق تک پہنچتے ہیں ان کی بحیثیت مجموعی ایک معین ہیئت ہو سکتی ہے اور اس لیے یہ تداخل پیدا کرنے کے قابل ہوتے ہیں۔

۱۱ اور ۱۲ کے خیال سے ق کا وہ فاصلہ جہاں داخلی بند واضح ترین ہوتا ہے متذکرہ صدر استدلال کی رُو سے وہی فاصلہ ہے جس کے لیے تہ کی قیمت اقل ہے۔ چونکہ دو غیر تابع متغایروں کے لحاظ سے بدلتا ہے اس لیے تہ کی اقل قیمت کے لیے $\frac{\text{فرقہ}}{\text{فرقہ}} = ۰$ اور $\frac{\text{فرقہ}}{\text{فرقہ}} = ۰$ تفرقی عمل سے معلوم ہو گا کہ

پہلی شرط ط = ۰ ہے اور دوسری شرط ل = $\frac{\text{ٹ ب مس نہ}}{\text{مس نہ}}$ ہے۔۔۔۔۔ (۲)

آخر الذکر شرط پر غور کرنے سے ہم اس نتیجہ پر پہنچتے ہیں کہ اگر ٹ = ۰ یعنی ۱۱ اور ۱۲ کا خیال ایک دوسرے کو مس کرتے ہیں تو داخلی بند ان کی سطح پر بنتے ہیں۔ اور اگر نہ = ۰ یعنی آئینہ ۱۱ اور ۱۲ کے خیال باہمیگر متوازی ہیں تو داخلی بند لامتناہی پر واقع ہوتے ہیں۔ جب ۱۱ اور ۱۲ خیال متوازی ہوتے ہیں یعنی نہ = ۰ تو مساوات (۲) سے تہ = ۲ ٹ ب جم نہ اور اگر نور کے عمودی وقوع کی صورت میں (یعنی نہ = ۰) تفاوت راہ کو تہ سے تعبیر کیا جائے تو

تہ - تہ = ۲ ٹ ب (۱ - جم نہ) = ۲ ٹ ب جب ۲ نہ = نہ ٹ ب تقریباً

پس طول موج کی رقوموں میں $\frac{\text{تہ}}{\text{تہ}} = \frac{\text{نہ}}{\text{نہ}}$

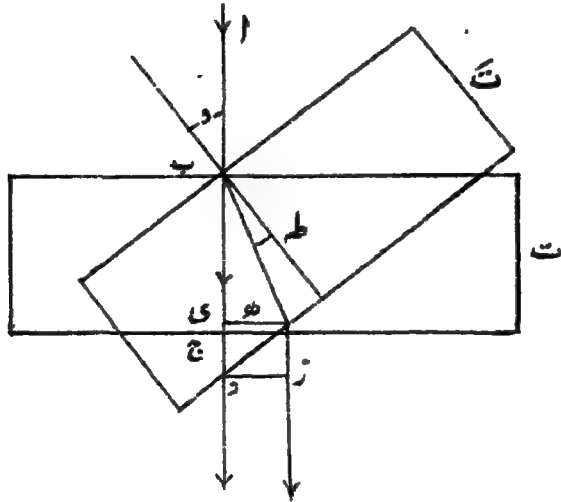
اور اگر $\frac{\text{تہ}}{\text{تہ}} =$ ایک صحیح عدد نہ ہو تو $\frac{\text{نہ}}{\text{نہ}} = ۰$ (۵)

چونکہ اس مساوات میں سمت کی کوئی رقم نہیں ہے اس لیے جو کیفیت ظاہر کی جاتی ہے سمت کے غیر تابع ہے یعنی داخلی بند دائرے ہیں اور مساوات (۵) ان دائروں کے زاویائی قطر کی یقین ہوتی ہے۔

تداخل پیدا کرنے کے ذریعہ شفاف شے کے انعطاف

کی تعیین - جس شے کا انعطاف نما دریافت کرنا مقصود ہو اس کی دو تختیاں تراشی جاتی ہیں اور ان کی سطحیں مناظری طریقہ پر مستوی متوازی بنالی جاتی ہیں۔

ایک تختی آئینہ AB کے سامنے اور اس کے ٹیک متوازی استادہ کی جاتی ہے اور دوسری آئینہ CD کے سامنے ایک چوکھٹے پر جو ایک چول اور ماسی چ کے ساتھ ہیا ہوتا ہے قائم کی جاتی ہے تاکہ انصافی محور پر بتدریج گھمائی جاسکے۔ تختی کو اس طرح گھمانے سے نور کی پنسل کو تختی کی پہلے سے زیادہ موٹائی میں سے گزرنا پڑتا ہے۔ اس لیے مناظری راستہ کا طول بڑھ جاتا ہے۔ تختی کے چوکھٹے پر ایک آئینہ جما دینا چاہیے تاکہ دور بین اور ملی میٹری پیمانہ کے ذریعہ تختی کے گھومنے کا زاویہ معلوم ہو سکے۔



شکل ۲۹

شکل ۲۹ میں بتایا گیا ہے کہ تختی کی پہلی وضع جبکہ وہ آئینہ AB کے متوازی تھی اور نور کی پنسل اس میں سے عمودوار AB کی سمت میں گزرتی تھی۔ تختی زاویہ θ میں گھومنے کے بعد اس کی وضع CD سے تعبیر کی گئی ہے۔ اس وضع میں نور کی پنسل BA کی سمت میں منعطف ہو کر AB کے متوازی خارج ہو جاتی ہے۔ نور کا زاویہ وقوع AB ہے۔ تختی کے گھومنے سے اگر θ بند میدانِ نظر میں سے گزرتے ہوئے شمار ہوتے ہیں تو تختی کے انحراف

نور کو زیادہ لمبا راستہ طے کرنے کی وجہ سے تفاوتِ راہ = n لہ جس میں n لہ نور کا طول موج ہے۔
 پہلی وضع میں نور کا راستہ b سے متوی زد تک بقدر b ج تختی کے واسطہ میں طے ہوتا تھا اور بقدر j د ہوا میں۔ یعنی مجموعی طول مرٹ + ج د تھا جس میں مر تختی کے واسطہ کا انعطاف نما ہے۔ دوسری وضع میں نور کا راستہ مر (ب μ) + h ز ہے۔ پس تفاوتِ راہ

$$= \{ \text{مر (ب } \mu) + h \text{ ز} \} - \{ \text{مرٹ} + (ج د) \} = n \text{ لہ}$$

لیکن (ب μ) = $\frac{\text{جم ط}}{\text{جم}}$ جس میں ط زاویۂ انعطاف ہے۔

$$h \text{ ز} = (وز) \text{ مس} > h \text{ د ز} = (وز) \text{ مس} = (ب \mu) \text{ جب (و-ط) مس و}$$

$$= \frac{\text{ٹ جب (و-ط) مس و}}{\text{جم ط}} = \text{ٹ جب و (مس و-مس ط)}$$

$$ج د = \frac{\text{ٹ}}{\text{جم و}} - \frac{\text{ٹ (ا-جم و)}}{\text{جم و}}$$

$$\text{پس مرٹ} + \frac{\text{ٹ جب و (مس و-مس ط)}}{\text{جم ط}} = \{ \frac{\text{ٹ (ا-جم و)}}{\text{جم و}} + \text{مرٹ} \} = n \text{ لہ}$$

$$\therefore \frac{\text{مرٹ}}{\text{جم ط}} + \frac{\text{ٹ جب و}}{\text{جم و}} - \frac{\text{ٹ جب و جب ط}}{\text{جم ط}} - \text{مرٹ} = \frac{\text{ٹ}}{\text{جم و}} + \text{ٹ} = n \text{ لہ}$$

$$\therefore \text{ٹ} = \left\{ \frac{\text{مر (ا-جب ط)}}{\text{جم ط}} - \frac{\text{جم و}}{\text{جم و}} - \text{مر} + 1 \right\} = n \text{ لہ}$$

ٹ (مر جم ط - جم و - مر + 1) = n لہ
 تجربہ سے ٹ، n اور n معلوم ہو جاتے ہیں جم ط کو ω کی رتوں میں لکھنا چاہیے۔

$$\text{چونکہ جم ط} = (1 - \text{جب ط}) \frac{1}{\mu} = (1 - \frac{\text{جب و}}{\mu}) \frac{1}{\mu} = \frac{1}{\mu} (\mu - \text{جب ط})$$

$$\therefore \text{ٹ} \{ (\text{مڑا} - \text{جب}^1) \frac{1}{2} - \text{جم} - \text{و} - \text{م} + 1 \} = \text{ن}^1$$

$$\therefore (\text{مڑا} - \text{جب}^2) = \left(\frac{\text{ن}^1}{\text{ٹ}} + \text{جم} + \text{و} - \text{م} - 1 \right)^2$$

مساوات کے بائیں جانب کے جملہ کو پھیلا کر مڑا کو جو مساوات کے دونوں جانب پایا جاتا ہے خارج کر کے تمام رقموں کو ۲ پر تقسیم کرنے سے

$$\text{م} \left(\frac{\text{ن}^1}{\text{ٹ}} + \text{جم} - \text{و} - 1 \right) = \frac{\text{ن}^1}{\text{ٹ}} (\text{ا} - \text{جم} - \text{و}) - \left(\frac{\text{ن}^1}{\text{ٹ}} \right)^2 - (\text{ا} - \text{جم} - \text{و})$$

چونکہ $\frac{\text{ن}^1}{\text{ٹ}}$ ایک بہت ہی چھوٹی مقدار ہے اس لیے $\left(\frac{\text{ن}^1}{\text{ٹ}} \right)^2$ کو نظر انداز کرنے سے

$$\text{م} \left\{ \frac{\text{ن}^1}{\text{ٹ}} - (\text{ا} - \text{جم} - \text{و}) \right\} = \frac{\text{ن}^1}{\text{ٹ}} (\text{ا} - \text{جم} - \text{و}) - (\text{ا} - \text{جم} - \text{و})$$

$$= (\text{ا} - \text{جم} - \text{و}) \left(\frac{\text{ن}^1}{\text{ٹ}} - 1 \right)$$

$$\therefore \text{م} = \frac{(\text{ا} - \text{جم} - \text{و}) \left(\frac{\text{ن}^1}{\text{ٹ}} - 1 \right)}{\frac{\text{ٹ}}{\text{ن}^1} - (\text{ا} - \text{جم} - \text{و})}$$

تیسرا باب

انکسار نور

جب نور کی موجیں کسی سیدراہ جسم کے کنارہ پر سے مڑ کر سایہ کی فضا میں داخل ہوتی ہیں اور سایہ سے آگے کی فضا میں باہمی تداخل سے اعظم و اقل تنوری بند پیدا کرتی ہیں تو ان مظاہر کو انکسار نور سے منسوب کیا جاتا ہے۔ سب سے پہلے فرینیل (Fresnel) نے ہویگن کے ناصیہ موج کے نظریہ اور ریاضی کی مدد سے انکسار نور کے اکثر مظاہر کی تشبیہی توجیہ کی۔ اس سے پہلے یانگ (Young) نے ان کے متعلق رائے قائم کی تھی کہ یہ مظاہر سیدراہ جسم کے سامنے سے بلاروک آنے والی موجوں اور جسم کے کنارہ پر سے منعکس ہونے والی موجوں کے تداخل سے پیدا ہوتے ہیں۔ اگرچہ سومر فلڈ (Sommerfeld) نے اس خیال سے بعد کو اتفاق کر کے اعلیٰ ریاضی کے ذریعہ انکسار نور کے مشاہدات کی نظریہ کے ساتھ تطبیق کی لیکن یانگ کے پیش کردہ نظریہ میں تفصیلی فروگزاشتیں اور خامیاں تھیں جن کی وجہ سے وہ کامیاب نہ ہو سکا۔ ہم پہلے فرینیل کے نظریہ کے ذریعہ ان مظاہر کی سرسری توجیہ کریں گے اس کے بعد زیادہ واضح طریقے اختیار کر کے صحیح ترتیب اخذ کریں گے۔

انکسار نور کے مظاہر کی دو قسموں میں تقسیم کی جاتی ہے جو انکساری بند مبدائے نور اور پردہ کو انکسار انگیز کنارے سے محدود فاصلہ پر ترتیب دے کر

پیدا کیے جاتے ہیں فریڈیل سے منسوب بند کہلاتے ہیں۔ مثلاً اگر کسی پتے دھاتی پرت میں باریک سوائے سے سورخ کر کے سورخ پر عدسہ کے ذریعہ آفتاب کی شعاعیں مرکز کی جائیں اور اس منفذ سے نکلنے والی نور کی موجوں کو ایک تاریک کمرے میں پھیل کر دو تین میٹر فاصلہ پر رکھے ہوئے ایک وسیع سفید پردے سے ٹکرائے دیا جائے۔ اور پردے اور منفذ کے بیچ میں ایک غیر شفاف قرص لٹکا یا جائے تو قرص کے کنارے دوسرے منور نظر آئینگے بلکہ ان کے ارد گرد خوبصورت رنگین حلقے بھی مشاہدہ ہونگے۔ اگر ان موجوں کے رستے میں ہوا کے اندر تھوڑا سا لائیٹ کو پو ڈیم کا غبار چھڑک دیا جائے تو سرورزہ کے سایہ کے گرد خوش رنگ حلقے دکھائی دیں گے۔ جن کی وجہ سے اس تاریک کمرے میں ایک بہت دلچسپ کیفیت پیدا ہوگی۔

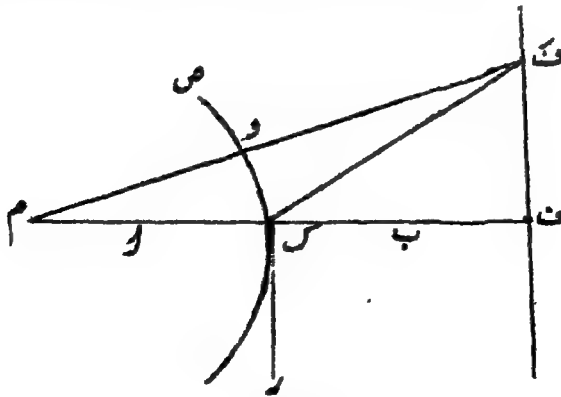
اگر مبداء اور پردہ لاتنا ہی پر واقع ہوں تو انکسار نور کی تحقیق میں ریاضی کی دقیق بہت کم ہو جاتی ہیں۔ اس کے لیے منفذ سے نکلنے والی موجوں کو ایک عدسہ عدسہ کے ذریعہ متوازی بنا کر ایک دوسرا عدسہ استعمال کر کے ان موجوں کو پردہ پر مرکز کر سکتے ہیں۔ ایسی صورت میں حامل جسم کو متوازی شعاعوں کے رستہ میں یعنی دونوں عدسوں کے مابین لیکن آخر الذکر عدسہ کے بہت قریب رکھنا پڑیگا۔ جو انکساری بند ان حالات کے تحت پیدا ہوتے ہیں فراڈن ہوفن سے منسوب بند کہلاتے ہیں۔ سیدھا کھ کنارے سے نور کا انکسار (ابتدائی نظریہ)۔ اس کے لیے منور جھری کی ضرورت ہوتی ہے اور جھری سے نکلنے والی پھیل کا نا صبیہ موج اسطوائی ہوتا ہے پس ہم ایسے نا صبیہ موج کے نصف دوری منطقوں کے لیے ضابطے حاصل کرینگے اور دیکھینگے کہ کسی مقام پر ان کا مجموعی تنویری اثر کیا ہوتا ہے۔

شکل ۳۔ میں فرض کرو م پر کاغذ کے مستوی کے علی القوام ایک لمبی منور جھری ہے جس سے اسطوائی موجیں نکلتی ہیں۔ اب ایک ایسا اسطوائی نا صبیہ موج ہے ہم معلوم کرنا چاہتے ہیں کہ اس کا اثر نقطہ ف پر کیا ہوگا۔ م ف کو ملاؤ اور اس کو اب سے نقطہ و پر متقاطع ہونے دو۔ اسطوائی سطح کا نصف قطر فرض کرو ا ہے اور م ف = ب۔ ف کو مرکز مان کر ب + پ، ل، ب + ل، ب + پ، ل وغیرہ نصف قطر کی دائری قوسیں کھینچو جو اب کو کم، کم، کم، کم وغیرہ نقطوں میں قطع کریں۔

ہونگے۔ شکل ۵۱ میں اسطوانی کی ایک تراش بتائی گئی ہے جو اس کے محور اور نقطہ ف میں سے گزرنے والے مستوی سے بنتی ہے۔ ف م، ف م، ف م، ف م، علی الترتیب ب + پ، ل، ب + ل، ب + پ، ل، طول کے خطوط ہیں جو اسطوانہ کی پہلی پٹی یا دھاری کو نصف دوری منطوقوں میں تقسیم کرتے ہیں۔ دوسری دھاریوں کے ساتھ بھی ایسا ہی عمل متصور ہو سکتا ہے۔ غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ ان نصف دوری منطوقوں کا رقبہ ابتداء بہت سرعت کے ساتھ اور پھر آہستہ آہستہ گھٹتا ہے۔ اور ہر پٹی یا دھاری کا مجموعی اثر صرف ابتدائی چند منطوقوں کے اثر کا نتیجہ ہوتا ہے اور اس اثر کی علامت (+ یا -) اس کے پہلے نصف دوری منطقہ کی علامت ہوتی ہے۔

پس نقطہ ف پر ان تمام پٹیوں کا اثر ایک سلسلہ کی شکل میں ظاہر کیا جاسکتا ہے جس کی طاق اور جنت رتوں کی علامتیں باہدیکہ متضاد ہوتی ہیں اور جن کی مقداریں ابتداء سرعت کے ساتھ لیکن بعد کو آہستہ آہستہ گھٹتی ہیں۔ مجموعی اثر سلسلہ کی صرف چند ابتدائی رتوں ہی کا نتیجہ ہوتا ہے اس لیے کہ بعد کو آنے والی رتوں کا اثر ایک دوسرے کو تلف کر دیتا ہے۔

اب شکل ۵۲ میں فرض کرو کہ م پر کاغذ کے علی القوائم ایک منور رنگ بھری واقع ہے۔ ک ر ایک پتلی دھاتی پرت ہے جس کا یہ دھاتا کٹناہ ک بھری کے



شکل ۵۲

تساوی ہے اور ف وٹ ایک سفید پردہ ہے جس میں ف خط م ک پر واقع ہے اور پرت کے ہندسی سایہ کے کنارہ کو تعبیر کرتا ہے۔ ہندسی مناظر کے قواعد کی رو سے پردہ کے پرت کے پیچھے کا حصہ بالکل تاریک ہونا چاہیے اور اس کا باقی حصہ ف وٹ یکساں سنور ہونا چاہیے۔ لیکن ہم دیکھیں گے کہ ایسا نہیں ہوتا ہے۔ ف وٹ پردہ پر کوئی ایک نقطہ ہے۔

ک و ص اسطوائی ناصیہ موج ہے۔ م ک = و اور ف ک = ب فرض کرو ف وٹ = لا۔ ہم معلوم کرنا چاہتے ہیں کہ ف وٹ پر ناصیہ موج کی تنویر کا مجموعی اثر کیا ہے۔ م ف ناصیہ موج کو نقطہ و میں قطع کرتا ہے۔ ف وٹ مرکز اور نصف قطر و + پ ل ف وٹ و + پ ل۔۔۔ وغیرہ ان کے ناصیہ موج پر نشان کرو اور ان نشانوں میں سے اسطوائی سطح پر اس کے محور کے متوازی خطوط کھینچو۔ اس طرح اسطوائی ناصیہ موج بیوں کے ایک سلسلہ میں منتظم ہو جائیگا۔ و ص کی جانب ناصیہ موج کے نصف دوری منطقوں کا سلسلہ مکمل ہوگا اور اس لیے ناصیہ موج کے اس حصے نقطہ ف وٹ پر تنویری ارتعاشوں کا حامل حیطہ کامل موج کے ارتعاش کے حیطہ کا نصف ہوگا۔ وک کی جانب ناصیہ موج کے نصف دوری منطقوں کا سلسلہ حامل پرت ک ر کی وجہ سے نامکمل ہوگا۔ اگر ف ایسے مقام پر واقع ہو کہ وک صرف ایک نصف دوری منطقہ پر مشتمل ہے تو ف وٹ پر وک سے حامل شدہ تنویری ارتعاش کا حیطہ اعظم ہوگا۔ اگر وک پہلے دو نصف دوری منطقوں پر مشتمل ہے تو ان منطقوں کے ارتعاش ایک دوسرے کو تقریباً تلف کر دیں گے۔ پس ایسی صورت میں وک سے حامل شدہ ارتعاش کا حیطہ اقل ہوگا۔ اسی طرح اگر وک تین منطقوں پر مشتمل ہے تو ف وٹ پر حیطہ ارتعاش دوبارہ اعظم ہوگا لیکن سابقہ اعظم حیطہ سے کمتر۔ المختصر اگر وک پر منطقوں کی تعداد طاق عدد ہے تو ف وٹ پر حیطہ ارتعاش اعظم ہے۔ اور اگر ان کی تعداد جفت عدد ہے تو حیطہ ارتعاش اقل ہے۔

یہ مان کر کہ ف وٹ یعنی لا بتقابل ب چھوٹا ہے

$$ف وٹ ک = \sqrt{ب ا + لا} = ب (ا + \frac{لا}{ب})^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{L}{b} + b = \left(\frac{L}{b} + 1 \right) b =$$

$$\frac{L}{(b+1)^2} + b + 1 = \sqrt{L + (b+1)^2} = \text{اسی طرح ف ت م}$$

پس ف و $\frac{L}{(b+1)^2} + b =$
 نقطہ ف پر محیط ارتعاش اقل ہونے کے لیے ف ک۔ ف و = ن ل
 جس میں ن کوئی سا ایک صحیح عدد ہے۔

$$\text{یعنی } (b + \frac{L}{b}) - (\frac{L}{(b+1)^2} + b) = ن ل$$

$$\frac{L}{b} = \left(\frac{1}{b+1} - \frac{1}{b} \right) \frac{L}{b} = \frac{1}{(b+1)^2} = ن ل$$

$$\sqrt{\frac{L}{(b+1)^2} + 1} = 1 \quad \text{پس}$$

اسی طرح ف پر محیط اعظم ہونے کے لیے

$$\sqrt{\frac{L}{(b+1)^2} + 1} = 1$$

اس سے ظاہر ہے کہ پردہ پر جیسے جیسے نقطہ ف کا فاصلہ ف سے
 آگے کو بڑھتا جاتا ہے اس پر علی الترتیب تنویر اعظم اور اقل ہوتی جاتی ہے۔
 پس ہندسی سایہ سے آگے کو پردہ پر نسبتاً روشن اور تاریک بند حاصل کنارہ کے
 متوازی پیدا ہوتے ہیں۔ مندرجہ بالا ضابطہ محض تقریبی ہیں اس لیے کہ ابتدائی
 چند نصف دوری منطوقوں کا تنویری اثر مساوی نہیں ہے۔ عین نقطہ نصف پر جو ہندسی
 سایہ کا تمام ہے تنویر کی قدرت ف سے آگے کو بہت دور سے ہوئے
 مقام کی حدت کی جو تھا ئی ہے اس لیے کہ یہاں صرف نصف ناصیہ موج کی تیغ پر
 عمل کرتی ہے جس کا حامل مجموعی محیط $\frac{1}{2}$ ہے۔
 نقطہ ف جیسا جیسا ہندسی سایہ کے اندر واقع ہوتا ہے اس پر تنویر مسلسل

اور بتدریج گھٹتی جاتی ہے اس لیے کہ و حائل کنارہ کے پیچھے آ جاتا ہے اور و
پر اب نصف ناصیہ موج سے کمتر حصہ کا تنویری اثر عمل کرتا ہے۔ تھوڑی دور پر یہ اثر
گھٹ کر صفر ہو جاتا ہے۔ اور اس لیے حقیقی سایہ اس مقام سے شروع ہوتا ہے۔
سیدھے کنارے سے انکسارِ نور کے متعلق فرینیئل
کا نظریہ۔ شکل ۲۲ میں مثل سابق م مبدا اور ک ر حائل سیدھا
کنارہ ہے۔ دیگر حدود بھی وہی ہیں جو شکل ۲۱ میں دیے گئے ہیں و ف سے
ایک خط مستقیم و ق کھینچا گیا ہے جو اسطوانی ناصیہ موج سے نقطہ ق پر
ملتا ہے۔

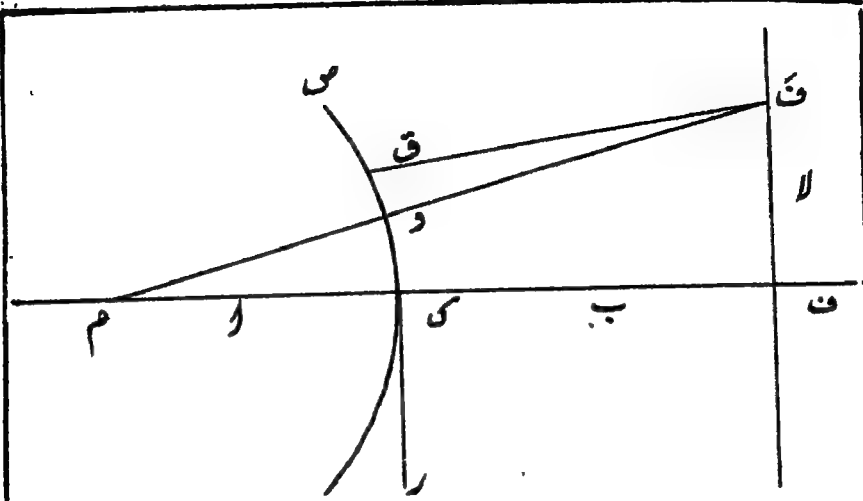
فرض کر دو قوسی طول و ق = س اور و ف = ج چونکہ ق نقطہ و سے
ذرا ہٹا ہوا ہے اس لیے و ق اس فاصلہ ج سے صرف ذرا ہی بڑا ہے
فرض کرو و ق = ج + ضہ
س کو چھوڑا ان کر ہم و ق کو خط و ف کے علی التواء تصور کر سکتے ہیں۔
اس لیے (و ق) = (و ف) + (و ق) یعنی (ج + ضہ) = س + ج
چونکہ ضہ ایک چھوٹی مقدار ہے اس لیے مساوات مندرجہ بالا میں ضہ ناقابل لحاظ
مقدار سمجھی جاسکتی ہے۔

$$\text{پس ضہ} = \frac{\text{س}}{\text{ج}} \quad \text{تقریباً}$$

ہو یلگن کے اسول کے بموجب ناصیہ موج کے ہر نقطہ سے نقطہ و پر ثانوی
موجیں آتی ہیں۔ ان نقطوں کا ارتعاش جب $\frac{\pi}{2}$ کے تناسب ہے جس میں
و = وقت اور و = ارتعاش کا وقت دوران۔ نقطہ ق کے پاس سے
بحری کے متوازی فرس چوڑائی کی ناصیہ موج کی ایک پٹی سے نکل کر و
پر جو موج پہنچتی ہے اس کا ارتعاش

$$\text{جب } \frac{\pi}{2} \left(\frac{و}{ج} - \frac{ج + ضہ}{س} \right) \text{ فرس کے تناسب ہے۔}$$

جس میں و طول موج ہے۔ یہ ارتعاش حقیقت میں فاصلہ و ق کے بالعکس تناسب



شکل ۲۲

ہونا چاہیے (اس لیے کہ موج کی توانائی محیط ارتعاش کے مربع کے متناسب ہے اور موج جب پھیلتی ہے تو اس کی توانائی فاصلہ کے مربع کے بالعکس بدلتی ہے)۔ لیکن فرینیئل نے فرض کیا کہ ف پر صرف ان موجوں کا اثر محسوس ہوتا ہے جو نقطہ و کے قریب واقع ہیں۔ پس ایسی موجوں کے لیے فاصلہ ف ق تقریباً مستقل تصور کیا جاسکتا ہے۔ دوسری چیزوں کا اثر بلحاظ بعد نظر انداز کر دیا جاسکتا ہے۔ نتیجہ پر غور کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ یہ مفروضہ جائز ہے۔ اگر وک = س اور وک = س تو نقطہ ف پر پوری ناصبیہ موج کا حاصل مجموعی ارتعاش مکملہ

$$س = س \left(\frac{و}{و} - \frac{ج + ض}{ل} \right) \pi^2 \text{ جب } س \text{ سے تعبیر ہوگا۔}$$

اس جملہ میں صرف ض ہی ایسی مقدار ہے جو متغیرس کے تابع ہے۔ پس جملہ کو پھیلا کر شکل

$$\begin{aligned}
 & \text{جب } \left\{ \pi_2 - \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{3} \right) \pi_2 \right\} \text{ فرس} \\
 & = \text{جب } \pi_2 \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{3} \right) \text{ جم } \pi_2 \text{ فرس} - \text{جم } \pi_2 \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{3} \right) \text{ جب } \pi_2 \text{ فرس} \\
 & \text{کہہ سکتے ہیں۔ اور یہ ص جب } \left\{ \pi_2 - \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{3} \right) \pi_2 \right\} \text{ کے مساوی ہے} \\
 & \text{جس میں ص جم طہ} = \text{جم } \pi_2 \text{ فرس}، \text{ اور ص جب طہ} = \text{جب } \pi_2 \text{ فرس} \\
 & \text{پس نقطہ ف پر حاصل ارتعاش کی مدت} \\
 & \left(\text{جم } \pi_2 \text{ فرس} \right) + \left(\text{جب } \pi_2 \text{ فرس} \right) \\
 & \text{کے متناسب ہے۔} \\
 & \text{اوپر بتایا گیا ہے کہ ضہ} = \frac{1}{2} \text{ تقریباً۔ اب غ ایک ایسا متغیر اختیار کیا جائے کہ} \\
 & \text{س} = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{3} \right) \text{ غ} \\
 & \text{تب } \frac{\pi_2}{2} = \frac{\pi}{2} \text{ غ اور فرس} = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{3} \right) \text{ فرغ} \\
 & \text{فرض کرو کہ جب س} = \text{س تو غ} = \text{غ، جب س} = \text{س تو غ} = \frac{1}{2} \left(\frac{2}{3} - \frac{1}{3} \right) \text{ س} \\
 & \text{یہاں س محدود ہے اور لہ ایک بہت چھوٹی مقدار ہے اس لیے تکمل کی} \\
 & \text{اوپر والی حد کے تناظر غ کی قیمت بہت بڑی ہے اور } \infty \text{ کے مساوی} \\
 & \text{لکھی جاسکتی ہے۔ پس اس نئے متغیر غ کی رقموں میں ف کے پاس} \\
 & \text{ارتعاش کی مدت} \left(\text{جم } \pi_2 \text{ فرغ} \right) + \left(\text{جب } \pi_2 \text{ فرغ} \right) \text{ کے متناسب ہے۔}
 \end{aligned}$$

توسین کے درمیان جو پچھلے لکھے گئے ہیں فرینیل کے ٹکڑے کہلاتے ہیں۔ اور ان کو مختلف ریاضی دانوں نے مثلاً خود فرینیل (Fresnel) 'نوختہاوس (Knochenhauer) 'کوشی (Cauchy) اور گیلبرٹ (Gilbert) نے صفر اور دیگر بالائی حدود کے درمیان سلسلوں کی شکل میں محسوب کر کے حدودوں میں شائع کیا ہے۔

بالائی حد میں جیسے بلند تر ہوتی جاتی ہے ان ٹکڑوں کی قیمتیں بالترتیب اعظم اور اقل صورتیں اختیار کرتی ہوئی بالآخر انتہائی قیمت $\frac{1}{2}$ پر جا کر ٹھہرتی ہیں۔ اس لیے کہ

$$\text{کم حجم م لا فرلا} = \text{کم حجم م لا فرلا} = \frac{\pi}{2m}$$

$$\text{کم حجم م لا فرلا} = \text{کم حجم م لا فرلا} = \frac{\pi}{2m} = \frac{1}{2}$$

ہم ان حدودوں کی مدد سے نقطہ ف پر کی تصویر کی حدت محسوب کر سکتے ہیں۔ لیکن کورنو (Cornu) نے ایک دلچسپ ترسیبی طریقہ سے اس مسئلہ کو آسان بنا دیا ہے۔ ہم یہ طریقہ بیان کرنا چاہتے ہیں۔ کورنو کے مخروط (Cornu's spiral) کے ذریعہ اشکبار نور کے مسائل کا حل۔

کورنو کے مخروط کی تعریف مندرجہ ذیل کارٹیسسی حدودوں سے کی جاتی ہے۔

$$\text{لا} = \text{کم حجم م لا فرلا} = \frac{\pi}{2} \text{ فرغ} = \frac{\pi}{2} \text{ فرغ}$$

یہ منحنی مبدا میں سے گزرتا ہے اس لیے کہ جب فرغ = 0، تو لا = 0 اور لا = فرغ کی علامت تبدیل کرنے سے لا اور لا کی قیمتیں ہیں بدلتی ہیں صرف ان کی علامت بدلتی ہے۔ اس لیے منحنی مبدا کے محاذ سے متشکل ہے۔ منحنی کے کسی نقطہ (لا، لا) پر کا خط جاس اگر لا کے محور کے ساتھ زاویہ یہ بنائے تو

$$\text{مس پ} = \frac{\text{فرلا}}{\text{فرلا}} = \text{مس} \frac{\pi}{2} \text{ فرغ} \text{ اس لیے کہ}$$

$$\text{فرما} = \text{جب } \frac{\pi^2 \text{ غ}^2}{4} \text{ فرغ اور فلا} = \text{جم } \frac{\pi^2 \text{ غ}^2}{4}$$

$$\text{پس یہ} = \frac{\pi^2 \text{ غ}^2}{4}$$

مبدأ پر جہاں غ = ۰۔ یہ = ۰۔ یعنی منحنی یہاں محور لاکو مس کرتا ہے۔
 جہاں غ = ۱ وہاں منحنی محور ما کے متوازی ہے۔ جہاں غ = ۲ وہاں
 محور لا کے متوازی۔ اسی طرح جہاں غ = ۳، ۴، ۵، ۶ وغیرہ وہاں منحنی
 محور ما کے متوازی ہے اور جہاں غ = ۴، ۶، ۸، وغیرہ وہاں محور لا کے
 متوازی۔

$$\text{اس کا نصف قطر انحناء سر} = \frac{\text{فرس}}{\text{فر پہ}} = \frac{1}{\pi^2 \text{ غ}}$$

$$\text{چونکہ فرس} = \left\{ 1 + \left(\frac{\text{فر لا}}{\text{فر ما}} \right)^2 \right\}^{\frac{1}{2}} \text{ فلا} = (1 + \text{مس}^2 \frac{\pi^2 \text{ غ}^2}{4})^{\frac{1}{2}} \text{ جم } \frac{\pi^2 \text{ غ}^2}{4} \text{ فرغ}$$

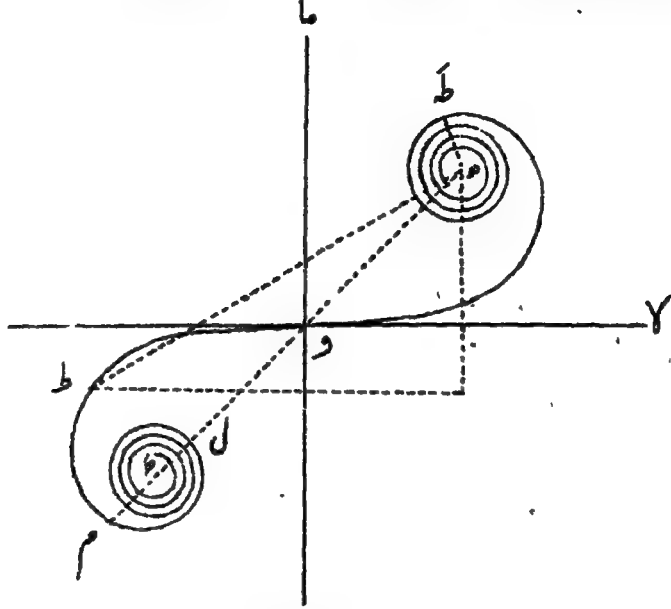
$$= \text{قط } \frac{\pi^2 \text{ غ}^2}{4} \text{ جم } \frac{\pi^2 \text{ غ}^2}{4} \text{ فرغ} = \text{فرغ}$$

اس لیے س = غ اور چونکہ یہ = $\frac{\pi^2 \text{ غ}^2}{4}$ لہذا یہ = $\frac{\pi^2 \text{ س}^2}{4}$ منحنی کی
 ذاتی مساوات ہے۔ منحنی کے نصف قطر انحناء کے ضابطہ سر = $\frac{1}{\pi^2 \text{ غ}}$ سے
 ظاہر ہے کہ مبدأ کے پاس اس کا نصف قطر ∞ ہے اور وہاں اس کا
 نقطہ عطف بھی واقع ہے جیسے جیسے غ یا س کی قیمت بڑھتی ہے ویسے ہی
 اس کا نصف قطر انحناء گھٹتا جاتا ہے اور بالآخر منحنی پیچ کھاتے کھاتے
 دو متقارب نقطوں ذ اور ث پر ختم ہوتا ہے۔ جہاں غ کی قیمت $\infty +$
 اور $\infty -$ ہوتی ہے۔ ملاحظہ ہو شکل ۲۲۔

(۱) میلہ کنارا سے نور کا انکسار۔

شکل ۲۲ میں نقطہ و ہندی سایہ کے باہر لیا گیا ہے۔ اس مقام پر

نور کی مدت معلوم کرنے کے لیے نقطہ د سے مرغلہ کے نیچے والے حصہ کی جانب



شکل ۳۲

مرغلہ کا طول و ط نا پو (دیکھو شکل ۳۲)۔
تب و ط = فرغ ذرا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ (ط ھ) نقطہ و ت پر کے نور
کی مدت کو تعبیر کرتا ہے۔ جس میں ھ مرغلہ کا بالائی مقابری نقطہ ہے۔ اس لیے
کہ اگر ط میں سے محور و ل کے متوازی ایک خط کھینچیں اور ھ میں سے محور
و ما کے متوازی ایک خط، اور یہ دونوں خطوط نقطہ ح پر منقطع ہوں تو

$$\text{ط ح} = \int_{\text{فرغ}}^{\infty} \frac{1}{\text{فرغ}} = \int_{\text{فرغ}}^{\infty} \frac{1}{\text{فرغ}} = \int_{\text{فرغ}}^{\infty} \frac{1}{\text{فرغ}}$$

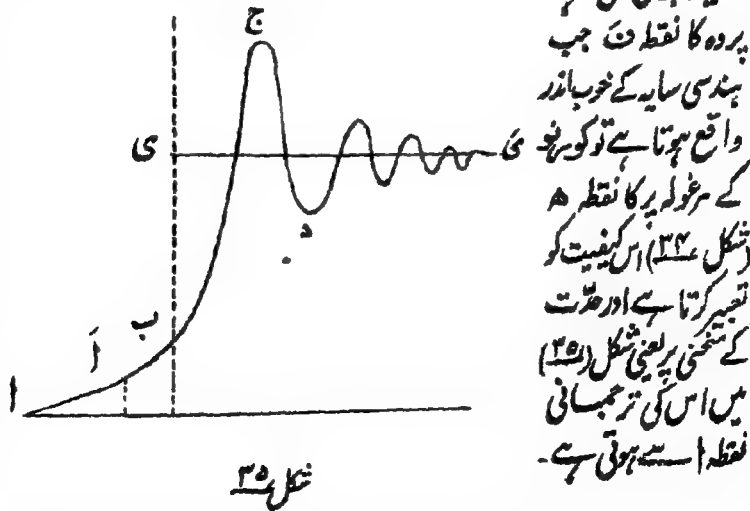
$$\text{اور (ط ھ) = (ط ح) + (ح ھ)}$$

اگر نقطہ و ت (شکل ۳۲) ہندسی سایہ کے خوب اندر واقع ہے تو اس کے یہ معنی ہوں گے
ہ فرغ = ∞ یعنی مرغلہ پر (شکل ۳۲) نقطہ ط نقطہ ھ سے منطبق ہوتا ہے۔

پس یہاں نور کی مدت صفر ہے۔

اب ف جیسے جیسے نقطہ ف یعنی ہندسی سایہ کے شروع ہونے کے مقام سے نزدیک تر ہوتا ہے مرغولہ پر ط نقطہ ھ سے ہٹ کر نقطہ و کے قریب رہتا جاتا ہے۔ اس لیے (ط ھ) جوفت پر نور کی مدت کو تعبیر کرتا ہے مسلسل بتدریج بڑھتا جاتا ہے۔ جب ط مرغولہ کے نقطہ م سے منطبق ہوتا ہے جو ھ سے مرغولہ کا بعید ترین نقطہ ہے تو وہاں حیض ارتعاش (ط م) اعظم ہوگا۔ ط اگر بڑھتے بڑھتے نقطہ ل سے منطبق ہو جو مرغولہ کے زیرین لچے پر کا ھ ہے قریب ترین مقام ہے تو یہاں حیض ارتعاش ھ ل سایہ کے باہر کی فضا میں اقل ہوگا۔ ف اگر اسی طرح پردہ پر ہندسی سایہ سے دور ہوتا چلا جائے تو نقطہ ط مرغولہ کے زیرین لچے کے پکڑوں میں داخل ہوتا جائیگا اور اس لیے حیض ارتعاش باری باری سے اعظم و اقل ہوتا جائیگا۔ یہاں تک کہ جب ف پردہ پر کافی دور واقع ہوتا ہے تو نقطہ ط مرغولہ کے زیرین متقاربی نقطہ ھ سے منطبق ہوتا ہے اور وہاں نور کا حیض ارتعاش ھ ھ ہوتا ہے جو یعنی عین ہندسی سایہ کے آغاز ہونے کے مقام پر کے حیض ھ و کا ٹھیک دو چند ہے۔

پردہ کے مختلف مقاموں پر کی نور کی مدت شکل ۳۵ میں ایک تریسم کے ذریعہ بتائی گئی ہے۔



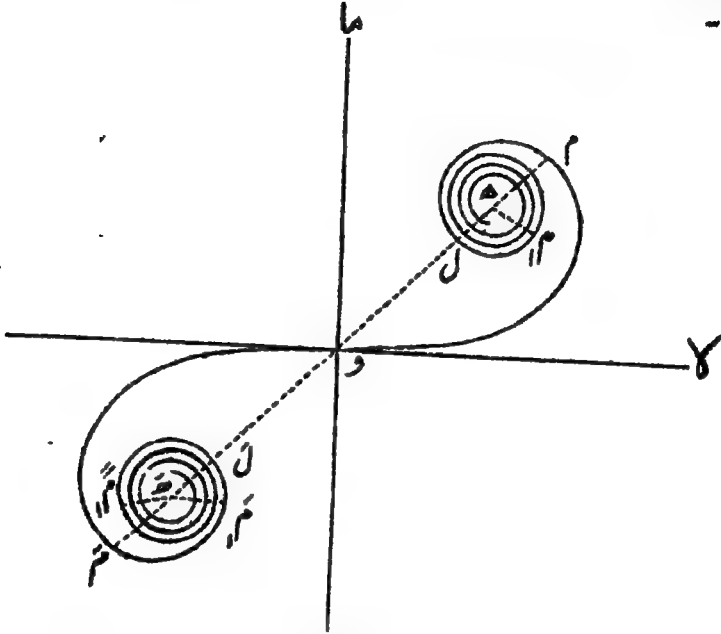
جب ف مرغولہ کے نقطہ ط سے منطبق ہوتا ہے تو شکل ۲۵ میں نقطہ آ اس کا متناظر ہوتا ہے۔ اسی طرح ف جب عین ہندی سایہ کے شروع ہونے کے مقام ف پر (شکل ۲۳) ہوتا ہے تو مرغولہ پر کا نقطہ و اس کیفیت کو تعبیر کرتا ہے اور شکل ۲۵ میں اس کی ترجمانی نقطہ ب سے ہوتی ہے۔ ایسا ہی مرغولہ پر کے نقطہ م اور ل حدت کے منحنی یعنی شکل ۲۵ کے نقطوں ج اور د کے متناظر ہیں۔ واضح ہو کہ اس منحنی کے اوج و حضیض کے نقطے مقطوعوں کے محور کے متوازی خطی ی سے بہت غلبہ قریب تر ہوتے جاتے ہیں۔ حتیٰ کہ بالآخر حدت کا منحنی اس خط سے منطبق ہو جاتا ہے۔ مقطوعوں کے محور سے ی کا فاصلہ ب کے فاصلہ کا چار چند ہے۔ نقطہ ی مرغولہ پر کے نقطہ ہ کا متناظر ہے۔

(ب) تنگ مستطیل سہوہ یا شگاف سے نور کا انکسار۔

چونکہ مرغولہ کا جزو قوس نور کے ناصیہ موج کے متناظر جزو کے حاصل حیثہ کو تعبیر کرتا ہے اس لیے مرغولہ کی اس پوری قوس کا طول جو سہوہ سے آنے والے ناصیہ موج کو تعبیر کرتا ہے سہوہ کی چوڑائی کے راست متناسب ہے۔ پس پردہ پر کے کسی نقطہ پر کا حیثہ تنویر مرغولہ کے ایک ایسے مستقل قوسی طول کے سرور کو ماننے والے وتر کی لمبائی کے متناسب ہوگا جو سہوہ کی چوڑائی کے متناسب ہے۔ نقطہ جب ہندی سایہ کے اندر ہو تو مرغولہ کی قوس کا وہ حصہ جو اس نقطہ پر کی تنویر محسوس کرنے کے لیے استعمال ہوگا مرغولہ کے وسطی نقطہ و میں سے گزرے گا اور مرغولہ کے دونوں نصف حصوں پر واقع ہوگا۔ واضح ہے کہ تمام صورتوں میں پردہ کے مختلف مقامات پر عموماً حدت نور کی کمی بیشی ہوگی۔ دیکھو شکل ۲۶۔

اگر سہوہ بہت تنگ ہو تو مرغولہ کا متناظر قوسی طول چھوٹا ہوگا اور اس لیے ہندی سایہ کے اندر دور تک حدت تنویر تقریباً مستقل اور سہوہ کی چوڑائی کے مربع کے متناسب ہوگی۔ اس لیے کہ اس صورت میں مرغولہ کی قوس اس کے وتر سے قریب قریب منطبق ہوگی۔ اگر پردہ کے سہوہ کے عین سامنے کا کوئی نقطہ سہوہ سے اتنی دور واقع ہے

نقطہ مذکور کے لیے سہوہ کی چوڑائی پہلے نصف دوری منطقہ کے برابر ہے تو دہاں تنویر اعظم ہوگی۔



شکل ۳۶

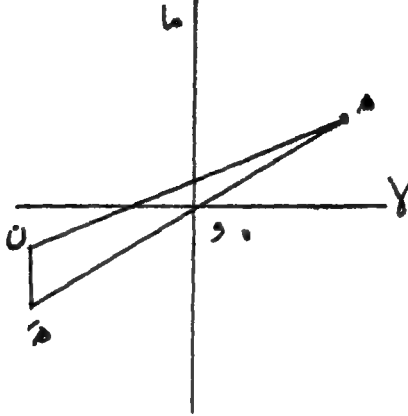
اب اگر سہوہ اتنا بڑا کر دیا جائے کہ اس کی چوڑائی پردہ کے نقطہ زیر بحث کے لیے پہلے دو نصف دوری منطقوں کے برابر ہے تو ایسی صورت میں نقطہ پر تنویر اقل ہوگی۔ شکل ۳۶ پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ پہلی صورت میں مرغولہ کا قوسی طول $م$ و $م$ عامل تھا اس لیے خط مستقیم $م$ و $م$ حیطہ تنویر کو تعبیر کرتا تھا۔ سہوہ کو چوڑا کرنے سے مرغولہ کا قوسی طول $ل$ و $م$ عامل ہوتا ہے اور اس لیے حیطہ تنویر کی اب خط مستقیم $ل$ و $ل$ سے تعبیر ہوتی ہے۔

(ج) غیر شفاف باریک تار سے نور کا انکسار۔

غیر شفاف باریک تار کا انکسار تنگ سہوہ کے انکسار کا جواب ہے۔ نقطہ جب ہندسی سایہ کے اندر ہوتا ہے تو شکل ۳۶ میں وتر $م$ تار کے

ایک بازو سے گزرنے والے حصہ ناصیہ موج کے اثر کو تعبیر کرتا ہے۔ m مرغولہ کے بالائی بیچوں میں سے کسی ایک بیچ پر واقع ہے۔ وتر h ناصیہ موج کے اس حصہ کے اثر کو تعبیر کرتا ہے جو تار کے دوسرے بازو سے گزرتا ہے۔ m مرغولہ کے زیرین بیچوں میں سے ایک بیچ پر ایسے مقام پر واقع ہے کہ قوسی طول m تار کی موٹائی کے متناسب ہے۔ اگر تار کی موٹائی پر وہ پر کے بالمقابل نقطہ کو معتد بہ نصف دوری منطبقوں کی تنویر سے محروم کر دے تو m اور m قوسیں مرغولہ کے کئی بیچوں پر مشتمل ہونگی اور خطوط مستقیم h m اور h تقریباً مساوی ہونگے۔ پس ایسی صورت میں اگر یہ خطوط مستقیم مخالف سمتوں میں ہوں تو داخل نور سے تنویر کا محیطہ تقریباً صفر ہوگا اور اگر یہ خطوط ایک ہی سمت میں ہوں تو تنویر کا محیطہ اعظم ہوگا۔ یعنی تار کے ہندی سایہ کے اندر داخل نور کے سے روشن اور باریک اتساوی الفصل بند پیدا ہونگے۔ نقطہ f جیسا جیسا سایہ کے کناروں کے قریب ہوتا جائیگا ویسا ہی m یا m (بلحاظ اس کے کہ نقطہ f سایہ کے کس کنارہ کی طرف جا رہا ہے)۔ فرض کرو کہ m مرغولہ کے وسطی نقطہ کی طرف حرکت کرے گا اور چونکہ قوسی طول m و m مستقل رہنا چاہیے m مرغولہ کے متقاربی نقطہ h کی طرف حرکت کرے گا۔ ایسی صورت میں h m اور h وتر کے طولوں میں بہت تفاوت ہوگا۔ اس لیے اگر وہ متوازی اور مخالف سمتوں میں ہوں تو جمعی پر وہ سب کے متناظر مقام پر کچھ نہ کچھ حاصل تنویر ضرور ہوگی یعنی یہاں اقل تنویر کے مقام بالکل تاریک ہو جائے گا۔ ہندی سایہ کے باہر تار کے ایک بازو سے ایک مکمل نصف ناصیہ موج اور ایک دوسرے نصف ناصیہ کی کسر حاصل ہوگی اور ان کا اثر علی الترتیب وتر h اور m کے متناسب ہوگا۔ تار کی دوسری جانب سے جو جزو ناصیہ موج عمل کرے گا اس کا اثر وتر h m کے متناسب ہوگا جس میں m مرغولہ پر h سے قریب کوئی نقطہ ہے۔ اس کے یہ معنی ہوں گے کہ قوسی طول m m کا اثر مفقود ہے۔ یہ طول مستقل اور تار کی موٹائی کے متناسب ہے۔ پس اگر شکل ۳ میں نقطہ h سے سمتی h n قوس m m کے وتر کے متوازی اور مساوی کیچھیں تو چونکہ h h کامل سمتی موج کے اثر کو تعبیر کرتا ہے اس لیے سمتی h n باقی ماندہ اور عامل حصہ موج کے

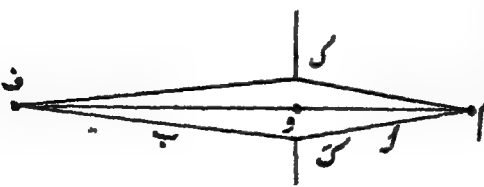
اثر کو تعبیر کریگا۔ یعنی h ن ہندسی سایہ کے باہر کے ایک نقطہ پر کے



شکل ۳۷

جسطہ تصویر کو ظاہر کرتا ہے۔ اور پردہ پر کا نقطہ (ف) جیسے جیسے سایہ کے کنارہ سے دور ہوتا جاتا ہے سمتی h ن نقطہ h کے گرد گھومتا ہے اور اس لیے اصل تصویر کے سمتی h ن کا طول علی الترتیب اعظم اور اقل ہوتا جاتا ہے۔ اس طرح ہندسی سایہ کے باہر کے روشن اور تاریک بند پیدا ہوتے ہیں۔

تنگ دائری سہوہ سے نور کا انکسار۔



شکل ۳۸

اس مسئلہ کا باضابطہ حل
مردست متوی کر کے آسان ابتدائی
طریقوں سے یہاں بتایا جاتا ہے کہ
دائری سہوہ سے نور کس طرح
منکسر ہوتا ہے۔ شکل ۳۸ میں
م مبداء نور ہے، ک ک دائری

سہوہ اور د سہوہ کا مرکز، ف ایک نقطہ ہے جو سہوہ کے محور پر واقع ہے۔

$$م و = ل اور ف و = ب$$

چونکہ مبداء م سے نکل کر محور اور سہوہ کے کناروں پر سے گزرتے ہوئے ف تک جانے والی زور کی موجوں میں تفاوتِ راہ $ذ = (م ک + ک ف) - (ل و + ب)$ اور آگے بٹا دیا گیا ہے کہ جب سہوہ کا نصف قطر ص بمقابل ل و اور ب کافی چھوٹا ہے تو

$$م ک = ل + \frac{ص}{ل} اور ک ف = ب + \frac{ص}{ب} تقریباً$$

$$پس تفاوتِ راہ $ذ = \frac{ص}{ل} \left(\frac{1}{ل} + \frac{1}{ب} \right)$$$

$$\therefore ذ = \frac{ص (ل + ب)}{ل ب}$$

اگر تفاوتِ راہ $ذ = ن \frac{ل}{۲}$ یعنی ن نصف طولِ موج جس میں ن ایک صحیح عدد ہے تو

$$ص = \frac{ن ل ب}{ل + ب}$$

$$اور سہوہ کا رقبہ $\pi ص = \pi ل \frac{ب}{(ل + ب)}$$$

اگر ن ایک جفت عدد ہے تو سہوہ کا رقبہ نقطہ ف پر جفت عدد نصف دوری منطقہ بناتا ہے اس لیے ف پر تنویر تقریباً صفر ہوگی اور اگر ن ایک طاق عدد ہے تو ف پر تنویر اعظم ہوگی۔ یعنی سہوہ کے محور پر نقطہ ف کا فاصلہ جیسے جیسے بدلتا جاتا ہے۔ اس پر اتنویر علی الترتیب اعظم اور اقل ہوتی جاتی ہے۔ اگر ف محور سے ذرا ہٹ کر واقع ہو تو سہوہ کا کنارہ نصف دوری منطقوں کے ساتھ ہم مرکز نہیں ہوتا ہے اور اس لیے ف پر تنویر کی حدت آسان ریاضی کے

طریقہ سے محسوب نہیں ہو سکتی البتہ ترسیمی طریقہ پر حساب ہو سکتا ہے۔ سہوہ اور اس پر جو بھی منطقہ کھینچے جاسکتے ہیں ان کو بڑے پیمانہ پر کھینچ کر سطح بیابا یا مربع دار کاغذ کے ذریعہ طاق اور جفت منطقوں یا جزو منطقوں کے رقبے معلوم کر کے حاصل مجموعی اثر دریافت کیا جاسکتا ہے۔ واضح ہے کہ طاق منطقوں کا اثر مثبت ہوگا اور جفت کا منفی۔ اس طرح عمل کرنے سے معلوم ہوگا کہ سہوہ اگر کافی چھوٹا ہو تو محور کے گرد اقل اور اعظم تنویر کے ہم مرکز حلقے پیدا ہوتے ہیں۔ اگر سہوہ اس قدر تنگ ہے کہ اس کا رقبہ پہلے نصف دائری منطقہ کے مساوی ہونے کے لیے نقطہ ف کو محور پر بہت دور لے جانے کی ضرورت ہو (تاکہ سہوہ کے مرکزی اور حاشیائی فاصلوں کا تفاوت نصف طول موج کے برابر ہو) تو ایسی صورت میں نور ہندسی سایہ کے باہر بہت دور پھیل جاتا ہے۔

$$\text{چونکہ } (1 + b) = v = n \cdot 1 \text{ لہ}$$

$$\text{اس لیے } b = \frac{1}{n - 1} \text{ لہ}$$

اس مساوات میں n کی قیمت طاق یا صحیح عدد دیکھنے سے علی الترتیب اعظم و اقل تنویر کے محوری فاصلوں کی قیمتیں معلوم ہو سکتی ہیں۔ اگر مبدائے نور لائنہی پر واقع ہو تو $1 = \infty$ اور موجیں مستوی ہوتی ہیں۔ ایسی صورت میں

$$b = \frac{1}{n - 1} \text{ لہ } b = \frac{1}{n - 1} \text{ لہ}$$

$$\text{اس لیے } b = \frac{1}{n - 1} = 1 \text{ جبکہ } 1 = \infty$$

$$\text{اور } b = \frac{1}{n - 1} \text{ لہ}$$

دائری غیر شفاف جسم سے نور کا انکسار۔

پواسن (Poisson) نے فریج الیڈ ہی کی طرف سے جب فرینیل کے موجی نظریہ نور کا امتحان کیا تو اس سے فوراً نتیجہ اخذ کیا کہ چھوٹے قرص کے ہندسی سایہ کے مرکز پر ایسی ہی تصویر ہونی چاہیے کہ جیسی قرص کی عدم موجودگی میں آراگو (Arago) نے اس کے متعلق تجربے کیے اور ثابت کر کے بتایا کہ حقیقت میں ایسا ہی ہوتا ہے۔

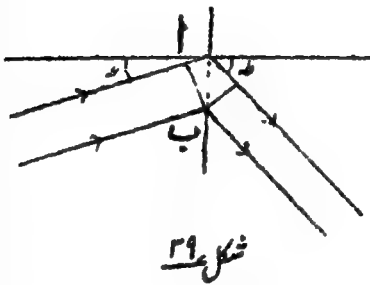
یہ تجربہ عمل میں آسانی کیا جاسکتا ہے بشرطیکہ ایک دو اتنی کے برابر فلزی قرص کو لے کر اس کے کناروں کو صاف اور صلیک مدور بنایا جائے۔ جب ایسا قرص باریک تاگوں سے تاریک کمرہ میں ایک ثقبہ کے سامنے تقریباً بیس فٹ فاصلہ پر متشاکل وضع میں انتصافاً لٹکایا جاتا ہے۔ اور ثقبہ تیز دھوپ یا برقی قوس کی روشنی سے منور کیا جاتا ہے تو قرص کے پیچھے اس کے اور ثقبہ کے محور پر پندرہ یا بیس فٹ فاصلہ پر چشمہ کے ذریعہ معائنہ کرنے سے منور نشان دریافت ہو جاتا ہے۔ چشمہ میں قرص کے ہم مرکز جن نصف دوری منطقوں سے نور آتا ہے اس کا محیط قرص کے کنارے پر سے کھینچے ہوئے پہلے نصف دوری منطقہ سے آنے والے نور کے محیط کا نصف ہوتا ہے۔ چونکہ قرص چھوٹا ہے اس لیے اس پہلے نصف دوری منطقہ کے نور کا محیط قرص کی عدم موجودگی میں پہلے نصف دوری منطقہ کے نور کی جو مدت ہوتی ہے اس کے تقریباً مساوی ہوتا ہے۔

فراون ہونے کے نام سے منسوب انکسار نور کے مظاہر۔

ان مظاہر میں انکسار سے پہلے نور کی موجیں مستوی ہوتی ہیں اور بعد انکسار محذب عدسہ کے ذریعہ ماسکہ پر جمع کی جاتی ہیں۔ اس لیے یہ مظاہر زیادہ واضح ہوتے ہیں اور ان کا حسابی عمل بھی نسبتاً آسان ہوتا ہے۔ ہم تجربی طریقہ استعمال کر کے ایک دو اور متعدد مستطیل جھریوں کے انکسار نور پر تفصیل کے ساتھ

بحث کریں گے۔

ایک تنگ جھری سے مستوی موجوں کا انکسار۔



شکل ۳۹

شکل ۳۹ میں فرض کرو کہ اب ایک تنگ جھری ہے جس کی چوڑائی a ہے۔ سر و دست اس جھری کی لمبائی کو بہت بڑی مان کر صرف چوڑائی کے انکساری اثر پر بحث کی جائیگی۔ متوازی شعاعوں کی پیل کا زاویہ وقوع θ مانا جاتا ہے یعنی شعاعیں جھری کی چوڑائی کے ساتھ

زاویہ 90° بنتی ہیں۔ اور بعد انکسار اس کے ساتھ زاویہ ϕ ۔ گویا شعاعوں کے انکسار کی سمت جھری کے عمود کے ساتھ زاویہ ϕ بنتی ہے۔ یہ درجہ کرنا مقصود ہے کہ اس سمت میں تصویر کیسی ہے۔

۱۔ اسے لگائے والی شعاع پر b سے عمود گراؤ۔ جھری کے بائیں طرف a اور b کو چھونے والی شعاعوں میں تفاوت راہ a جب e ہے۔ اسی طرح a سے منکسر ہونے والی شعاع پر b سے عمود گراؤ۔ جھری کے دائیں طرف a اور b سے نکلنے والی شعاعوں میں تفاوت راہ a جب ϕ ہے پس ان انتہائی شعاعوں میں حامل مجموعی تفاوت راہ

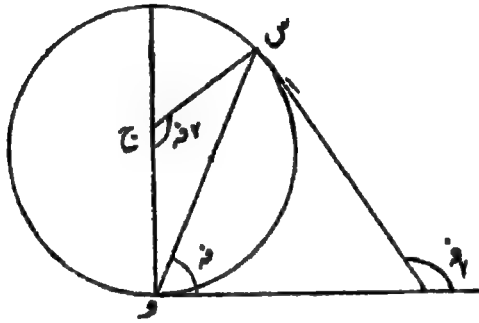
$$= a(b \sin \phi + b \sin \theta) = a(b \sin \phi + b \sin 90^\circ)$$

چونکہ ایک طول موج λ تفاوت ہیئت $\frac{a^2}{\lambda}$ کا متناظر ہے اس لیے یہ تفاوت راہ

$$\text{تفاوت ہیئت} = \frac{a^2}{\lambda} (b \sin \phi + b \sin 90^\circ) \text{ کا متناظر ہے۔}$$

فرض کرو کہ جھری کی چوڑائی a بہت ہی چھوٹے مساوی حصوں کی ایک

بہت بڑی تعداد م میں تقسیم کی جاتی ہے۔ ان مساوی حصوں میں سے ہر ایک حصہ پردہ کے کسی دیے ہوئے مقام پر محیط ارتعاش سے پیدا کرتا ہے۔ لیکن ان ارتعاشوں کی ہیئتوں میں ایک دوسرے سے لے کر دوسرے دوسرے تک مسلسل یکساں اضافہ پایا جائیگا۔ پس ان ارتعاشوں کا حاصل دائری قوس کا وتر و س ہے۔
(ملاحظہ ہو شکل نمبر ۳)۔



شکل نمبر ۳

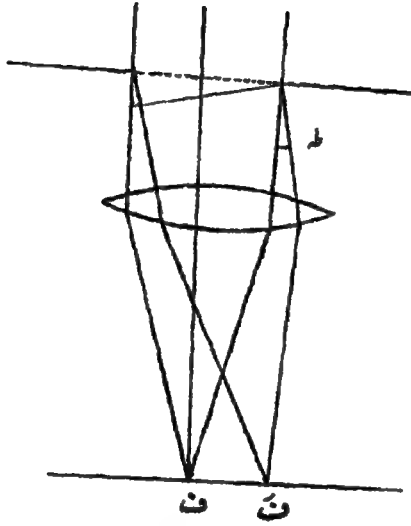
چونکہ قوس کا طول م ہے جس میں م کافی بڑا عدد اور ہ بہت چھوٹی مقدار ہے۔ اس لیے متعلقہ دائرہ کا نصف قطر ص = $\frac{م}{۲}$ ہے۔
جھری سے نکلنے والی مستوی موجوں کے حاصل ارتعاش کی ہیئت ذ ہے

پس حاصل محیط ارتعاش = ۲ ص جب ذ = $\frac{م}{۲}$ جب ذ = م = $\frac{م}{۲}$ جب ذ
جھری کی چوڑائی ۱ ہے اس لیے م = ∞ ۱ = م ۱ جس میں م ایک مستقل ہے۔ پس پردہ کے دیے ہوئے نقطہ پر حاصل محیط ارتعاش

$$= \frac{م ۱}{۲} \text{ جب ذ}$$

شکل نمبر ۴ میں جھری ۱ ب کے سامنے ایک متحدہ عدد رکھا گیا ہے۔ فور کی مستوی موجیں جھری کے علی القوائم واقع ہوتی ہیں اور

پروہ ف فٹ پر انکسار نور کے مظاہر پیدا کرتی ہیں ماسک ف پر تنویر عظیم ہے



شکل ۴۱

اس کے دونوں طرف تنویر بتدریج گھٹتی جاتی ہے۔ چنانچہ فٹ پر چونکہ بھری کے کناروں سے آنے والی موجوں کا تفاوت راہ لوجب ط ہے اس لیے تفاوت ہیئت ۲ ذ = $\frac{\pi^2}{\text{لوجب ط}}$ ہے حاصل تفاوت ہیئت

اس کا نصف یعنی $\frac{\pi}{\text{لوجب ط}}$ ہے لہذا فٹ پر حاصل حیطہ ارتعاش

$$\text{مر ۱} = \frac{\text{جب } \frac{\pi}{\text{لوجب ط}}}{\frac{\pi}{\text{لوجب ط}}} \text{ ہے۔}$$

[(۱) اگر شکل ۴۱ کی طرح موجیں علی التوائم واقع نہ ہوں تو تفاوت راہ (لوجب ط + جب ط) اور تفاوت ہیئت ذ = $\frac{\pi}{\text{لوجب ط}}$ (جب ط + جب ط) ہوگا۔

(۲) اگر شکل مذکور میں جھری کے کنارہ ب سے آنے والی موج کے ارتعاش کا ضابطہ
 $\lambda = \lambda$ جب λ سے λ لکھا جائے جس میں λ حیطہ ارتعاش سے وقت دوران اور
 وقت ہے تو کنارہ ۱ سے آنے والی موج کے ارتعاش کا ضابطہ $\lambda = \lambda$ جب λ (سہ + ۲ ذہ)
 ہوگا اور حاصل ارتعاش کا ضابطہ $\lambda = \lambda$ جب λ (سہ + ۲ ذہ) -

جھری کے انکسار نور سے پردہ پر تنویر کے

عظیم و اقل مقامات کی تعیین —

چونکہ فٹ پر (شکل ۱۲) حاصل حیطہ ارتعاش λ جب λ (سہ + ۲ ذہ) ہے

اس لیے نور کی مدت λ جب λ (سہ + ۲ ذہ) ہے

اس جملہ کی عظیم و اقل قیمتیں معلوم کرنے کے لیے اس کو شکل λ جب λ (سہ + ۲ ذہ) لکھ کر

اس کو تفریق کرنے سے λ (سہ + ۲ ذہ) = λ (سہ + ۲ ذہ) - λ (سہ + ۲ ذہ) =

پس λ (سہ + ۲ ذہ) = λ (سہ + ۲ ذہ) اور λ (سہ + ۲ ذہ) =

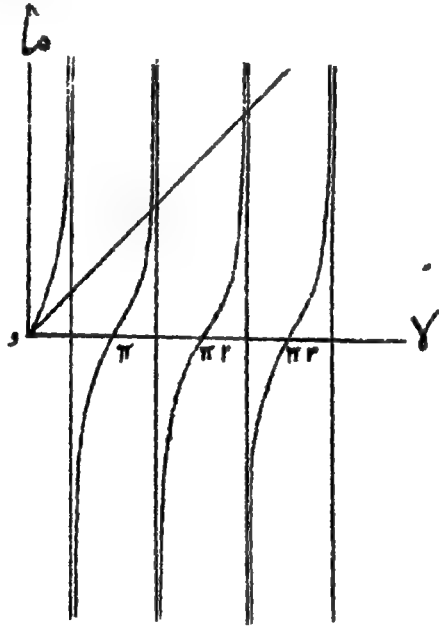
یعنی جب λ = λ اور λ = مس λ

مساوات جب λ = λ سے اقل تنویر کے مقام حاصل ہوتے ہیں یعنی
 λ = م λ سے جس میں م = جملہ صحیح اعداد باستثناء ۱ کے صفر اس لیے کہ
 م کی قیمت جب صفر ہوتی ہے تو وہاں تنویر اعظم ہوتی ہے۔

چونکہ λ = λ (سہ + ۲ ذہ) یا اگر نور کی شعاعیں جھری
 پر علی الاقوام واقع ہوں تو λ = λ (سہ + ۲ ذہ) اس لیے سمت λ میں

تنویر اقل یعنی صفر ہوتی ہے اگر

جب $\phi = 0$ جس میں m باشتنائے صفر کوئی سا صحیح عدد ہے۔
 اعظم تنویر کے مقام $\phi = \pi$ کے حل سے حاصل ہوتے ہیں۔ ϕ کی
 کئی قیمتیں ϕ ہیں جو ترسیبی طریقہ سے باسانی دریافت ہو سکتی ہیں۔ ملاحظہ ہو
 شکل ۲۲۔ جس میں ϕ کو فصلہ اور m کو مضیق ان کی ترسیم کھینچی گئی ہے
 اور مبداء 0 سے خط $\phi = 0$ اور $\phi = \pi$ کے درمیانی زاویہ کی تنصیف
 کرتا ہے کھینچا گیا ہے۔ اس خط کا m کی ترسیموں کے ساتھ جہاں جہاں تقاطع
 ہوتا ہے ان کے متعلقہ فصلہ سے ϕ کی قیمتیں دریافت ہو جاتی ہیں۔



شکل ۲۲

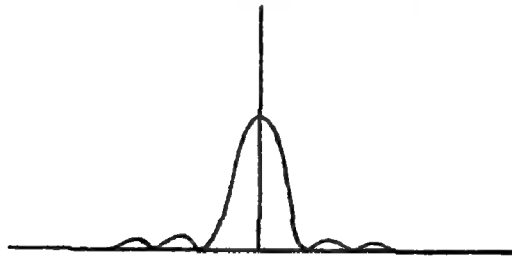
شورڈ (Schwerd) نے اعظم تنویر کے ان متناظر فصلوں (ϕ) کی
 کی حسب ذیل قیمتیں دی ہیں :-

$$\phi = 0 \quad \phi = 1.5708 \quad \phi = 3.14159$$

فہم = $\pi ۲۵۴۶۰۹$ فہم = $\pi ۴۵۴۶۰۹$ فہم = $\pi ۵۵۴۶۰۹$
 فہم = $\pi ۶۵۴۶۰۹$ فہم = $\pi ۷۵۴۶۰۹$
 پس جیسے جیسے n کی قیمت بڑھتی ہے فن جملہ $(1+n) \frac{1}{p} \pi$ سے قریب تر ہوتا جاتا ہے۔ حدت تنویر

$$H \propto \frac{1}{\sqrt{p}}$$

اعظم تنویر کے مقامات پر تقریباً $1, \left(\frac{2}{3}\right)^2, \left(\frac{2}{5}\right)^2, \left(\frac{2}{7}\right)^2, \dots$ وغیرہ کی نسبتوں کے لحاظ سے گھٹتی جاتی ہے۔ جس سے ظاہر ہے کہ بہت جلد اس کی قیمت کم ہو جاتی ہے۔ فراؤن ہوف نے اکیلی تنگ جھری سے اس طرح پیدا ہونے والی اعظم تنویر کے خطوط کے لیے (Spectra of the first class) پہلے درجہ کے اکیووف نام تجویز کیا۔ حدت تنویر کے لیے ملاحظہ ہو شکل ۴۳۔



شکل ۴۳

داثری سہولہ کے محور پر انکسار نور سے جو تنویر پیدا ہوتی ہے اس کی حد بھی اسی طریقہ سے دریافت ہو سکتی ہے۔ جیسا کہ قبل آئیں بتایا گیا ہے۔ محور کے کسی نقطہ کے لحاظ سے سہولہ کے رقبہ کو ہم مرکز اور ہم تفاوت ہیئت دائری رقبوں میں تقسیم کرنے سے نقطہ مذکور پر ان رقبوں کے اثر سے پیدا ہونے والا محیط ارتعاش تقریباً مساوی ہوگا اور اس لیے حاصل محیط دائری قوس کا وتر ہوگا۔

پس اگر قوس کا طول s فرض کیا جائے تو محوری نقطہ پر حاصل مجموعی حدت تنویر

$$H \propto s^2 \text{ جب } \phi$$

جس میں ϕ ذہن کے مرکز اور حاشیہ کے ارتعاشوں کا مجموعی تفاوت بہیت ہے۔
اور چونکہ تفاوت راہ (م ک ف - م و ف) - ملاحظہ ہو شکل (۳۵)۔

$$= \frac{s^2 (1 + b)}{2ab}$$

$$\text{اس لیے تفاوت بہیت } \phi^2 = \frac{\pi^2}{2ab} = \frac{s^2 (1 + b)}{2ab}$$

س سہوہ کے رقبہ کے تناسب ہوگا۔ اس طرح مثل سابق محد کے مختلف
مقات پر تنویر کی حدت محسوب کی جاسکتی ہے۔
ہم اس مسئلہ پر آگے چل کر زیادہ تفصیل کے ساتھ بحث کریں گے۔

دو متوازی جہریوں کا انکسار نو۔ ایک جہری کے

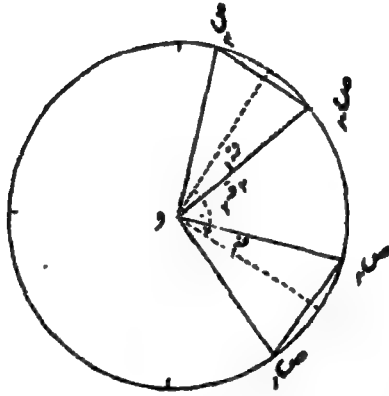
انکسار کے لیے جو تریسی طریقہ استعمال ہوا تھا وہ دو جہریوں کے لیے بھی بخوبی
کام دے سکتا ہے۔ فرض کرو جہریاں ایک دوسری کے متوازی ایک مستوی
سطح پر واقع ہیں ان کی چوڑائی a ہے اور ان کے مابین فاصلہ b ہے۔
شکل ۳۶ میں دائرہ کی قوسیں m ، n اور p جو باہم دیگر مساوی ہیں
ان دو جہریوں سے پیدا ہونے والی تنویر کو تعبیر کرتی ہیں۔ فرض کرو ان میں سے
ایک ایک کا طول 2 ہے پس

$$\phi = \frac{1}{2} \pi (b + c) \text{ جب } \phi$$

مذا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ m کے مابین قوسی طول 2 ہے جہریوں کے
درمیان فاصلہ b کے ساتھ وہی رشتہ رکھتا ہے جو ϕ کو a کے ساتھ ہے یعنی

$$\phi = \frac{1}{2} \pi (b + c) \text{ جب } \phi$$

جہروں کی تنویر کا حاصل محیط علی الترتیب وتر $ص_۱$ ، $ص_۲$ اور $ص_۳$ کے متناہی ہے۔
یعنی ۱ جب $ف_۱$ کے



شکل ۴۲

ہر جہری کی حاصل مجموعی تنویر کی ہیئت اور اس کے کناروں پر کی تنویر میں تفاوت
فہ_۱ ہے اس لیے ان دونوں جہروں کی حاصل مجموعی تنویر کی ہیئت فہ_۱ + فہ_۲ + فہ_۳ ہے
یعنی ۲ (فہ_۱ + فہ_۲) ہے پس حاصل مجموعی تنویر سمتیوں کے متوازی الاضلاع کے
ذریعہ معلوم کی جاسکتی ہے۔
چونکہ ایک ایک سمتی کی قیمت ۱ جب $ف_۱$ ہے اور ان کے مابین
زاویہ ۲ (فہ_۱ + فہ_۲) ہے۔

اس لیے حاصل سمتی ۲ ۱ جب $ف_۱$ جم (فہ_۱ + فہ_۲) ہے

پس حاصل تنویر کی حدت $ح = (۱۲) \frac{۲ \text{ جب } ف_۱}{ف_۱} \text{ جم } (فہ_۱ + فہ_۲)$

اگر حاصل ارتعاش معلوم کرنا ہو تو چونکہ وتر $ص_۱$ سے حاصل ارتعاش

$۱ = ۱$ جب $ف_۱$ جب (سہ و + فہ_۱) ہے

اور وتر $ص_م$ سے متعلق حاصل ارتعاش

$$م_۱ = \frac{۱}{۲} \text{ جب } ۱ \text{ جب } (س + و + ۱ف_۱ + ۲ف_۲ + ۲ف_۳)$$

$$= \frac{۱}{۲} \text{ جب } ۱ \text{ جب } (س + و + ۱ف_۱ + ۳ف_۲ + ۲ف_۳) -$$

لہذا ان دونوں کا حاصل $م_۱ + م_۲$

یعنی $م_۱ + م_۲ = \frac{۱}{۲} \text{ جب } ۱ \text{ جب } (س + و + ۱ف_۱ + ۲ف_۲ + ۲ف_۳)$ ہے جو دونوں جھریوں کے درمیان حائل چوڑائی 'ب' کے وسطی نقطہ پر کے متعلقہ ارتعاش کے متناظر ہے۔

حدت تنویر ح = $(۱ + ۲) \frac{۱}{۲} \text{ جب } ۱ \text{ جب } (س + و + ۱ف_۱ + ۲ف_۲ + ۲ف_۳)$ دو متغیر اجزائے ضربی کے تابع ہے۔ ایک جزو $\frac{۱}{۲} \text{ جب } ۱ \text{ جب } (س + و + ۱ف_۱ + ۲ف_۲ + ۲ف_۳)$ واحد جھری کے انکساری بندوں کو تعبیر کرتا ہے اور دوسرا جزو $(۱ + ۲)$ دو جھریوں سے آنے والی موجوں کے تداخلی بندوں کو ظاہر کرتا ہے۔ آخر لہ کر معدوم ہو جاتا ہے جبکہ

$$\frac{\pi}{۲} (۱ + ۲) = (۱ف_۱ + ۲ف_۲)$$

یعنی اس مقام پر جہاں $(۱ + ۲)$ (جب س + جب ط) $= \frac{\pi}{۲} (۱ + ۲)$ لہذا ساغور کرنے سے معلوم ہوگا کہ اس مساوات کا مفہوم یہی ہے کہ دونوں جھریوں کو اگر چھوٹی مساوی مقدار کے کثیر التعداد حصوں میں تقسیم کیا جائے تو دوسری جھری کے کسی حصے سے آنے والی موج پہلی جھری کے متناظر حصے سے آنے والی موج سے بقدر طاق عددی نصف نصف طول موج پیچھے ہے۔ اس لیے یہ موجیں ایک دوسری کو تداخل سے تلف کر دیتی ہیں۔

لیکن اگر $(۱ف_۱ + ۲ف_۲) = \pi$ (جب س + جب ط) $= \pi$ لہذا تو دونوں موجیں ایک دوسری کی تائید کرتی ہیں اور وہاں تنویر اعظم ہے۔

اس اعظم و اقل تنویر کے نقشہ کے لیے فراؤن ہو فرنے (Spectra of the second class) دوم درجہ کے طیفوں نام تجویز کیا۔

پس دو جھریوں کے انکسار کے مظاہر کو ایک جھری کے انکساری نظام اور دو جھریوں کے تداخلی نظام کے حاصل تصور کر سکتے ہیں۔ اہل الذکر نظام جزوی ضربی جبض کے تابع ہے اور آخر الذکر جم (ف + فہ) کے۔ جہاں کہیں ان دونوں اجزائے ضربی میں سے کوئی بھی معدوم ہوتا ہے وہاں حدت تنویر صفر ہے۔

چونکہ تداخلی نظام میں انتشار (۱ + ب) کا بالکس ہے اور انکساری نظام میں انتشار محض ۱ کا بالکس۔ اس لیے اگر جھریاں ایک دوسرے سے بہت قریب نہ واقع ہوں (یعنی ب بہت چھوٹا نہ ہو) تو تداخلی نظام تقریباً بالکلیہ انکساری نظام کے پہلے دو بندوں کے اندر سما جاتا ہے۔

چھوٹی مستطیل جھری کا انکسار۔ اس سے قبل جھری کی صرف چوڑائی کو چھوٹا مان کر نتائج اخذ کیے گئے تھے اور جھری کی لمبائی سے بحث نہیں کی گئی تھی۔ اب ہم اس کے طول و عرض دونوں کو کافی چھوٹا مان کر اس کے انکسار کی تحقیق کرینگے۔ فرض کرو جھری کا طول ۱، انتصافاً واقع ہے اور عرض ۱، آفتاب لہری تنگ جھری کی صورت میں انکساری نقشہ مستطیل شکل کے بندوں پر مشتمل ہوتا ہے جو جھری کے طول کے متوازی ہیں۔ ان کی پیدائش کا باعث جھری کی تنگی لینے ان کی چوڑائی کی قلت ہے۔ طول بڑا ہونے کی وجہ سے واقع ناصیہ موج کو جب اس طول کے متوازی پٹیوں میں تقسیم کر کے ان کے اثرات کا موازنہ کیا جاتا ہے تو ہر پٹی کا پورا پورا اثر بلا کم و کاست منتقل ہو جاتا ہے۔ لیکن جب جھری کا طول عرض کی طرح کافی چھوٹا ہوتا ہے تو دونوں سمتوں میں تنگی واقع ہونے کی وجہ سے ان سمتوں میں انکساری بند نمایاں ہوتے ہیں۔ جھری کے طول کے متوازی بند اس کی چوڑائی کی قلت کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں اور اس کے عرض کے متوازی بند اس کے طول کی قلت کے باعث صورت پذیر ہوتے ہیں۔ ان کی حدت تنویر محسوب کرنے کے لیے جھری کو اس کے طول ۱، کے متوازی کثیر التعداد چھوٹے حصص میں تقسیم کرو۔ ہر ایسی پٹی کا طول ۱، ہوگا۔ اور چونکہ یہ کافی چھوٹا مانا گیا ہے اس لیے کسی زیر بحث نقطہ

ہر ایسی جہی سے آنے والی موج کا حیطہ ارتعاش جیسا کہ قبل ازیں بتایا گیا ہے

$$ح_۱ = \lambda_۱ \frac{\text{جب } ۱}{\text{فد}_۱} \text{ جس میں فد}_۱ = \frac{\pi}{r} \text{ (جب } ۱ + \text{جب } ۱) \text{ ہے}$$

یہاں یہ فرض کیا گیا ہے کہ واقع موج جہری کے طویل کے ساتھ ۹۰۔ عہ زاویہ بناتی ہے اور منکسر موج ۹۰۔ طہ زاویہ - ان تمام پٹیوں سے پیدا ہونے والے حاصل حیطہ کی تعیین کے لیے ہمیں یہ یاد رکھنا چاہیے کہ جہری کی چوڑائی کے انتہائی سروں سے آنے والے ارتعاشوں کا تفادست ہیئت ۲ فہ ہے - جس میں

$$\text{فد}_۲ = \frac{\pi}{r} \text{ (جب } ۲ + \text{جب } ۲)$$

یہ فرض کر کے کہ واقع اور منکسر موجیں جہری کے عرض ۱ کے ساتھ علی الترتیب ۹۰۔ عہ اور ۹۰۔ طہ زاویے بناتی ہیں - چونکہ فقط زیر بحث پر جہری کے طول کے متوازی قطع کی ہوئی ہر جہی سے حیطہ ارتعاش ح حاصل ہوتا ہے اس لیے حاصل مجموعی حیطہ ارتعاش

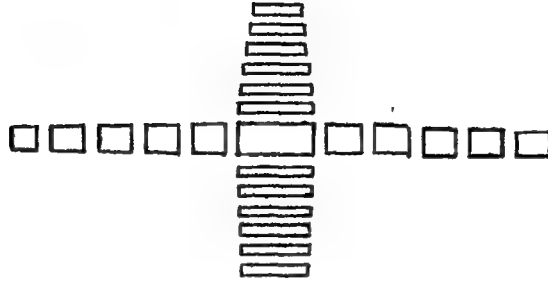
$$= ح_۱ \lambda_۱ \frac{\text{جب } ۱}{\text{فد}_۱} \text{ اور حدت تنویر}$$

$$ح = \lambda_۱ \lambda_۲ \frac{\text{جب } ۱}{\text{فد}_۱} \frac{\text{جب } ۲}{\text{فد}_۲}$$

اگر یہ فرض کیا جائے کہ واقع موجوں کا ستوی جہری کے مستوی کے متوازی ہے تو عہ اور عہ دونوں صفر ہو جاتے ہیں اور

$$ح = \lambda_۱ \lambda_۲ \frac{\text{جب } ۱ \left(\frac{\pi}{r} \text{ جب } ۱ \right)}{\left(\frac{\pi}{r} \text{ جب } ۱ \right)} \frac{\text{جب } ۲ \left(\frac{\pi}{r} \text{ جب } ۲ \right)}{\left(\frac{\pi}{r} \text{ جب } ۲ \right)}$$

پس ہر نقطہ پر حدتِ تنویر دو متغیر نزلے ضربی کے تابع ہے۔ ان میں سے ایک جزو



۱۱

شکل ۷۵

جھری کے طول ۱ کے متوازی پٹیوں کا سلسلہ پیدا کرتا ہے اور دوسرا جزو عرض ۱ کے متوازی پٹیوں کا سلسلہ۔ اس طرح انکسار نور سے شکل ۷۵ کا سانقشہ تیار ہوتا ہے جو مستطیلوں پر مشتمل ہے۔ نقشہ کا ہر ایک مستطیل جھری کے مستطیل ۱ کے تقریباً مشابہ ہے لیکن باعتبار وضع اس سے ۹۰ گھوما ہوا ہے۔ جھری کا کوئی بازو جتنا لمبا ہوگا اس کے علی القوائیم بند اتنے ہی تنگ ہونگے۔ اس لیے تنگ لمبی جھری کے انکسار سے صرف جھری کی چوڑائی کے علی القوائیم بند دکھائی دیتے ہیں۔ اس کی لمبائی کے علی القوائیم بند شکر مکر معدوم ہو جاتے ہیں۔

اگر ۵۰ سمر ماسکی طول کے عدسہ کی پشت پر ۲ x ۴ سمر مابعد کی جھری پر وہ کو چسپاں کر کے اس کے پیچھے ۱۰۰ سمر پر ایک ثقبہ کو آفتاب کے نور یا قوسی لب سے منور کریں اور عدسہ کے سامنے اسی قدر فاصلے پر یعنی ۱۰۰ سمر پر چشمہ رکھ کر دیکھیں تو شکل ۷۵ کا سانقشہ باسانی دکھائی دیکھا۔

مستطیل جھری کے ٹیلٹ (Talbot) بندوں

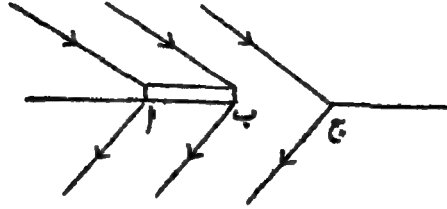
کی توجیہ —

ٹیلیٹ نے ۱۸۳۷ء میں اپنا ایک شاہدہ بیان کیا کہ اوسطاً انتشاری طاقت کے منشور سے پیدا شدہ مکمل طیف کو آنکھ کی پتلی کے برابر گول سہوہ میں سے دیکھیں اور سہوہ کے ایک نصف حصہ کو شیشہ یا ابرق کی پتلی پر ت سے ٹھکانا دیں تو طیف کے ایک سرے سے دوسرے سرے تک ایوڈین کے بخار کے انجذاباتی بندوں کی طرح متوازی تاریک بند نظر آتے ہیں۔ یہ بند طیف پیمائی کی مدد سے بخوبی شاہدہ کیے جاسکتے ہیں۔ توازی گر اور دور بین کو حسب معمول طیف کے مطالعہ کے لیے ترتیب دے کر نصف سہوہ کو پتلی شفاف پر ت سے چھپا دیا جائے۔ پر ت یا تو دور بین کے چشمہ اور آنکھ کے بیچ میں رکھی جاسکتی ہے یا دور بین کے دبانہ اور منشور کے بیچ میں یا منشور اور توازی گر کے درمیان۔

خود ٹیلیٹ نے محض تداخل نور کے ذریعہ ان بندوں کے سمجھانے کی اس طرح کوشش کی کہ پر ت میں سے آنے والی شعاعیں بقیہ شعاعوں سے بلحاظ ہیئت پیچھے رہ جاتی ہیں اور ان دونوں کے تداخل سے بند پیدا ہوتے ہیں۔ اگر لہ طویل موج کی شعاع پر ت میں سے آتی ہوئی بقدر ط راستہ پیچھے رہ جائے اور $\lambda = 2n$ لے جاں n کوئی ایک صحیح عدد ہے تو سہوہ کے ان دو نصف حصوں میں سے (یعنی پر ت میں سے ہوتی ہوئی اور پر ت کے باہر سے آنے والی شعاعیں ایک دوسری کی تائید کرنیکی لیکن اگر $\lambda = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ لے تو وہ عین مخالف ہیئتوں میں ہونگی اور ایک دوسری کو تلف کر دیگی۔ چونکہ مختلف رنگوں کے لیے لہ کی قیمت مختلف ہے اس لیے طیف کے ایک سرے سے دوسرے سرے تک باری باری سے نور کی موجیں ایک دوسری کی مدد کرنیکی یا مخالفت۔ لہذا سارے طیف میں جا بجا سیاہ بند نظر آئینگے۔

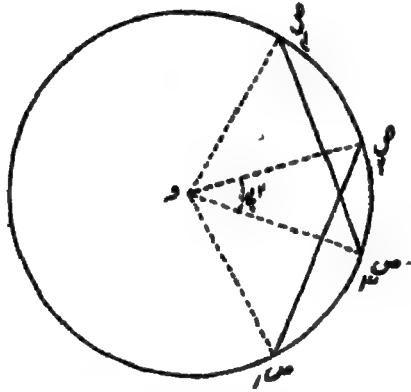
اب ہم انکسار نور کے ذریعہ اس منظر کی زیادہ صحیح توجیہ کرنا چاہتے ہیں۔ شکل ۲۶ میں فرض کرو ج پوری جبری کی جوڑائی ہے اور λ ب اس کا نصف حصہ پتلی شفاف پر ت سے ڈھپنا ہوا ہے۔ پر ت λ ب میں سے ہو کر آنے والی موجوں کی توجہ کر تریبی طریقہ پر شکل ۲۷ میں دائری قوس میں λ ب سے 2λ سے تعبیر کر سکتے ہیں۔ جبری کے باقی نصف حصہ

ب ج سے آنے والی تنویر کو ص ص = ۲ ذ سے اس لیے کہ اب = ب ج۔



شکل ۲۶

یہاں یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ب کے قریب سے تنویر کا جو جزو بلا روک جھری کے نصف حصہ ب ج سے آتا ہے نصف حصہ اب سے رکاوٹ کے ساتھ آنے والے جزو سے ہیئت میں آگے کو بڑھا ہوا ہوتا ہے۔ اس لیے شکل ۲۶ میں



شکل ۲۷

قوس ص ص کا کچھ حصہ قوس ص ص کے ساتھ مشترک ہے۔ فرض کرو قوس ص ص = ۲ یہ اور یہ پتری کی رکاوٹ سے وقوع میں آنے والے ابطاء کو تعبیر کرتا ہے۔ ہندسہ سے واضح ہے کہ ص ص اور ص ص دتروں کے مابین زاویہ = ۲ (۲ - پ) پس اگر مستطیل جھری کا طول ل اور

نصف عرض ۱ ہو تو مستطیل جھری کے ضابطہ سے وتر ص م = وتر ص م

$$= \frac{۱}{۲} \text{ جب فہ جب پے اور سمتیوں کے متوازی الاضلاع کی رُو سے}$$

 حاصل حیظہ ارتعاش فہ پے

۲ ۱ ۱ ۱ ۲ جب فہ جب پے جم (فہ - پے)

ایری (Airy) نے یہی ضابطہ تحلیلی طریقہ سے اخذ کیا تھا اور فہ اور پے کی مختلف قیمتوں کے لیے اس نے مندرجہ بالا ضابطہ کے ذریعہ حدتِ تنویر کی ترسیم کھینچ کر تنویر کا اتار چڑھاؤ ظاہر کیا۔

مستوی انکساری جالی - یعنی متوازی مساوی
 اور متساوی الفصل تنگ مستطیل کثیر التعداد جھریوں سے
 نور کا انکسار۔

فرض کرو کہ اس نظام میں جھریوں کا طول بہت لمبا ہے جھری کی چوڑائی ۱ ہے اور متصل غیر شفاف حصوں کی چوڑائی ب۔ اس نظام میں سے آنے والی مستوی موجوں کا حاصل حیظہ ترسیمی طریقہ پر دریافت کرنے کے لیے شکل ۳۷ کی طرح مناسب نصف قطر کا دائرہ کھینچو۔ ولا، وما لا وما کے محور ہیں۔ دائرہ کے محیط پر و میں سے قوسوں کا ایک سلسلہ قطع کرو جن کے طول علی الترتیب ۱ اور ب کے متناسب ہیں۔ جیسا کہ شکل ۳۸ میں بتایا گیا ہے۔ یہ طول دائرہ کے مرکز پر علی الترتیب زاویے ۲ فیض اور ۲ فہ بناتے ہیں جو جھری کی چوڑائی ۱ اور غیر شفاف حصہ کی چوڑائی کے سروں کے تفاوتِ ہیئت کو تعبیر کرتے ہیں۔ تمام جھریوں سے آنے والی موجوں سے پردہ کے کسی مقام پر حاصل حیظہ تنویر

اسی طرح محور ح پر جھریوں کے محل ارتعاشوں کے ظسل جمع کرنے سے

$$ما = سر [جب ۵ + جب (۵ + ج) + جب (۵ + ۲ ج) + + جب (۵ + (ن-۱) ج)]$$

$$= \frac{جب ۵ + \frac{۱}{۲} (ن-۱) ج \{جب \frac{۱}{۲} ن ج\}}{جب \frac{۱}{۲} ج}$$

$$پس حدت تنویر ح = \gamma + صا = سر \frac{جب \frac{۱}{۲} ن ج}{جب \frac{۱}{۲} ج}$$

$$\text{یعنی} \quad ح = \frac{صا \frac{۱}{۲} جب \frac{۱}{۲} ن ج}{جب \frac{۱}{۲} ج} = \frac{صا (ن-۱) ج + صا (۱) ج}{جب (۱) ج + جب (ن-۱) ج}$$

لیکن یہ یاد رہے کہ $\frac{۱}{۲} (جب ۵ + جب ط)$ اور $\frac{۱}{۲} (جب ۵ + جب ط)$ جس میں ۵-۹-۱۰-۱۱ واقع اور منکسر بنسلوں کا انکساری جالی کے مستوی کے ساتھ زاویہ میلان ہے۔ پس

$$ح = \frac{صا \frac{۱}{۲} جب \frac{۱}{۲} ن ج}{جب \frac{۱}{۲} ج} = \frac{صا (ن-۱) ج + صا (۱) ج}{جب (۱) ج + جب (ن-۱) ج}$$

مائل حیضہ ارتعاش کی ہیئت ذ کا ضابطہ

$$مس ذ = \frac{صا}{\gamma} = مس \{ ۵ + \frac{۱}{۲} (ن-۱) ج \}$$

مس $\{ ۵ + \frac{۱}{۲} (ن-۱) ج \}$ = مس $\{ (ن-۱) ج + (۱) ج \}$ ہے
جر جالی کے وسطی مقام سے آنے والی ارتعاش کی ہیئت ہے۔ پس اگر جالی کے پہلے منقذ سے آنے والی تنویر کی مساوات $ما = سر جب ۵$ ہو ہے تو حاصل مجموعی ارتعاش کی مساوات

$$ما = سر \frac{جب (ن-۱) ج + جب (۱) ج}{جب (ن-۱) ج + جب (۱) ج} = سر \{ (ن-۱) ج + (۱) ج \}$$

حدت تنویر کا ضابطہ دو متغیر اجزائے ضربی کے تابع ہے۔ ایک جزو واحد جھری کے انکسار نور کو تعبیر کرتا ہے جس کی اعظم و اقل قیمتوں پر قبل ازیں بحث ہو چکی ہے۔ دوسرا جزو ضربی $\frac{\text{جب}^2 \text{ن} (\text{فہ} + \text{فہ}^2)}{\text{جب}^2 (\text{فہ} + \text{فہ}^2)}$ سے بھی تنویر کے اعظم و اقل مقامات کا پتہ چلتا ہے۔ سہولت کی خاطر $\text{فہ} + \text{فہ}^2$ کے عوض لا لکھو۔ تب یہ جزو ضربی $\frac{\text{جب}^2 \text{ن} \text{لا}}{\text{جب}^2 \text{لا}}$ بن جاتا ہے۔ اعظم و اقل مقامات پر اس کا پہلا تفرقی سر $\frac{2 \text{جب}^2 \text{ن} \text{لا}}{\text{جب}^2 \text{لا}}$ (ن جب لا جم ن لا - جم لا جب ن لا) صفر ہوتا ہے۔

یعنی (۱) جب ن لا = ۰ اور (۲) ن جب لا جم ن لا - جم لا جب ن لا = ۰۔
یعنی ن مس لا = مس ن لا
(۱) اقل تنویر کے مقام — جب ن لا صفر ہو تو ن لا = م
جس میں م کوئی ایک صحیح عدد ہے۔

اور جب ن ($\text{فہ} + \text{فہ}^2$) = ۰ پس یہاں حیطہ ارتعاش معدوم ہوتا ہے
جب ($\text{فہ} + \text{فہ}^2$)
اور صفر قیمت کے اقل تنویر کے مقام حاصل ہوتے ہیں۔

صد س ۱ اعظم حدت کے مقام — اگر لا = م تو
جب ن لا کا شمار کنندہ اور نسب نما دونوں صفر ہو جاتے ہیں۔ لیکن اس
غیر معین کسر کی صحیح قیمت ن ہے اس لیے کہ شمار کنندہ اور نسب نما کو
تفرق کرنے سے تفرقی سر $\frac{\text{ن جم ن لا}}{\text{جم لا}}$ حاصل ہوتا ہے جس کی انتہائی قیمت
لا کے عوض م ۳ لکھنے پر ن ہو جاتی ہے۔ بدین وجہ ان مقاموں پر حدت تنویر اعظم
اور ن کے مساوی ہوتی ہے۔

پس جہاں $فم + فم = م$ یا $(۱ + ب)$ (جب $ع + جب ط$) = $م$ لہ
وہاں بہت ہی اعظم حدت تنویر پائی جاتی ہے۔ اس لیے ان کو صدر اعظم حدت کے
مقام کہتے ہیں۔

ابھی ابھی ہم نے دیکھا ہے کہ جہاں $ن$ (فم + فم) = $م$ وہاں
حدت تنویر صفر ہے اور صدر اعظم حدت کے مقاموں پر (فم + فم) = $م$
اس لیے جیسا کہ شکل ۲۹ کے ملاحظہ سے ظاہر ہوگا دو متصل صدر اعظم حدت
کے مقاموں کے مابین (ن-۱) اقل یعنی صفر حدت کے مقام ہونگے۔

(۲) ثانوی اعظم حدت کے مقام — مساوات

ن مس لا = مس ن لا کی اصلیں جو لا = $م$ سے مختلف ہیں (اور اس لیے
وہ نہیں ہیں جو صدر اعظم حدت کے مقاموں کو تعبیر کرتی ہیں) اعظم حدت
کے ایک اور سلسلہ کو تعبیر کرتی ہیں جو ثانوی اعظم حدت کے مقاموں سے
مستقل ہے۔ ان مقامات پر صدر اعظم حدت والے مقامات سے
حدت بہت کم ہے۔ چونکہ

$$\frac{ن جب ن لا}{(۱-جب ن لا)} = \frac{ن جب لا}{(۱-جب لا)}$$

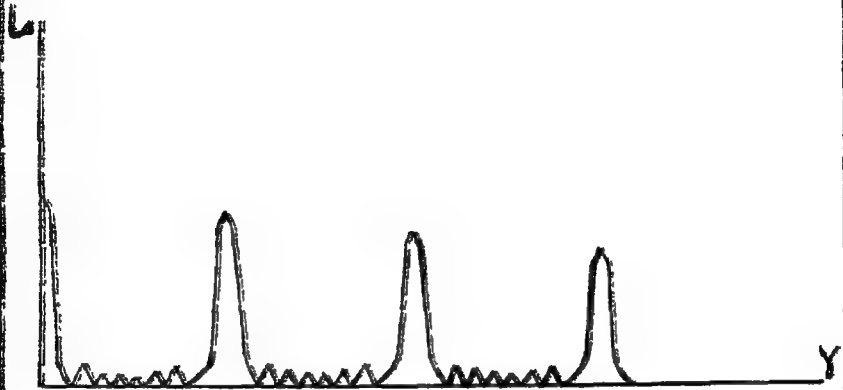
$$ن جب لا - ن جب ن لا جب لا = جب ن لا - جب ن لا جب لا$$

$$\frac{ن}{۱ + (ن-۱) جب لا} = \frac{جب ن لا}{جب لا}$$

$$پس \left(\frac{جب ن لا}{جب لا} \right) : ن = ۱ : \{ ۱ + (ن-۱) جب لا \}$$

واضح ہو کہ ن صدر اعظم حدت کے مقاموں کی حدت کو تعبیر کرتا ہے
اس لیے ان ثانوی اعظم حدت کے مقاموں پر کی حدت صدر اعظم حدت والے

مقاموں کی حدت کے ساتھ $\frac{1}{1 + (n-1) \text{ جب } n}$ نسبت رکھتی ہے جو n کی قیمت یعنی جالی کے شفاف حصوں کی تعداد بہت بڑی ہو جانے کی صورت میں بہت ہی چھوٹی مقدار ہو جاتی ہے۔ جیسا کہ شکل ۴۹ کے منحنیوں سے ظاہر ہوتا ہے۔



شکل ۴۹

انکساری جالی (Diffraction grating) پر فی ایچ طول چودہ پندرہ ہزار متوازی لکیریں کھینچی جاتی ہیں اس لیے جب ایسی جالی استعمال کی جاتی ہے تو ثانوی اعظم حدت کے مقاموں پر تنویر کی حدت تقریباً معدوم ہو جاتی ہے۔ چونکہ دو متصل صدر اعظم حدت والے مقاموں کے بیچ میں $(n-1)$ اقل یا صفر حدت کے مقام ہوتے ہیں۔ اس لیے ان کے مابین ثانوی اعظم حدت کے مقاموں کی تعداد $(n-2)$ ہوتی ہے۔ جیسا کہ شکل ۴۹ سے واضح ہے جو n کے لیے کھینچی گئی ہے۔ حدت تنویر کا ضابطہ چونکہ

$$C = \frac{\text{جب } n}{\text{جب } (n-1)} = \frac{\text{جب } n}{\text{جب } (n-1)}$$

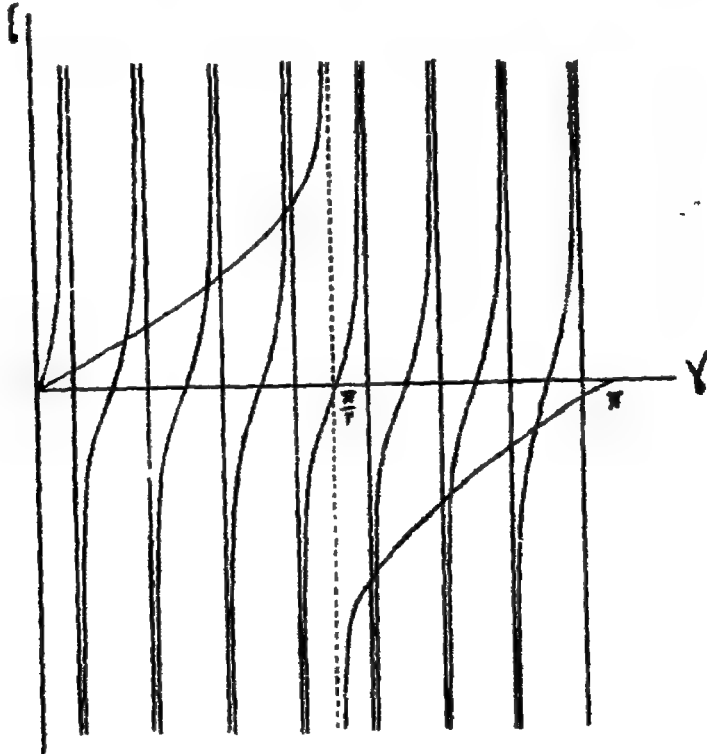
جزو ضربی $\frac{\text{جب } n}{\text{جب } (n-1)}$ کی وجہ سے مساوی اور n کے متناسب حدت کے

روشن بند پیدا ہوتے ہیں جس میں $n =$ جالی کے مجموعی خطوں کی تعداد۔ یہ روشنی
صدر اعظم حدت کے مقام ہیں۔ ایسے ہر دو متصل بندوں کے درمیان تنگ جھانکا
پیٹوں کا ایک سلسلہ ہوتا ہے جو جھریں کی تعداد یعنی n کے اضافہ سے تنگ تر
اور غیر واضح تر ہوتا جاتا ہے۔ اس لیے انکساری جالی کی صورت میں یہ جھانکا پیٹ
غائب ہو جاتی ہیں۔
ثانوی اعظم حدت کے مقام مندرجہ ذیل منحنیوں کے تقاطع سے دریافت
ہو سکتے ہیں:

$$(1) \quad m = n \text{ مس لا اور } (2) \quad m = n \text{ مس لا}$$

(جس میں $la = \text{فم} + \text{فم} -$)

پہلی مساوات ایک منحنی کو تعبیر کرتی ہے جو خط $la = \frac{1}{\pi}$ کا متقارب ہے۔



شکل نمبر ۵

اور دوسری مساوات اس کے مشابہ معنیوں کے ایک مجموعہ کو تعبیر کرتی ہے جو
 $n \lambda = \frac{1}{4} \pi$ کے متقارب ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل نمبر ۶ کے لیے
 تیار کی گئی ہے۔

لا کے تشاکل سے واضح ہے کہ اگر جالی کے شفاف خط غیر شفاف
 اور غیر شفاف خط شفاف ہو جائیں تو بھی تنویر میں کوئی فرق نہیں آئیگا۔
 چونکہ پردہ پر کے کسی مقام کی حامل تنویر دو اجزائے ضربی جب^۱ فدا^۱ اور

جب^۲ فدا^۲ کے حامل ضرب کے تابع ہے اس لیے اس حامل تنویر کی تعیین

کے لیے شکل نمبر ۷ کے معنیوں کے معینوں کو واحد جھری کی حدت تنویر کے معنی کے
 متناظر معینوں سے ضرب دینا چاہیے۔ آخر لہذا کر معینوں کے عام تغیرات
 صدر اعظم حدت کے معینوں کے مقابلہ میں بہت ہی خفیف ہیں۔ اس لیے
 عموماً ان کا اثر ناقابل لحاظ ہوتا ہے، الا اس صورت میں کہ جب^۱ فدا^۱ کی صفر

قیمت ٹھیک اس مقام پر واقع ہو جہاں دوسرے جزو ضربی (جب^۲ فدا^۲) کا

صدر اعظم حدت کا مقام ہو۔ ایسی صورت میں واضح ہے کہ یہ اعظم حدت معدوم
 ہو جائیگی۔ ایسے مفقود طیف (یا طیفی خطوں) کا پتہ

$$1) (جب\ ۱ + جب\ ۲) = م\ لہ\ اور\ (۱ + ب) (جب\ ۱ + جب\ ۲) = م\ لہ$$

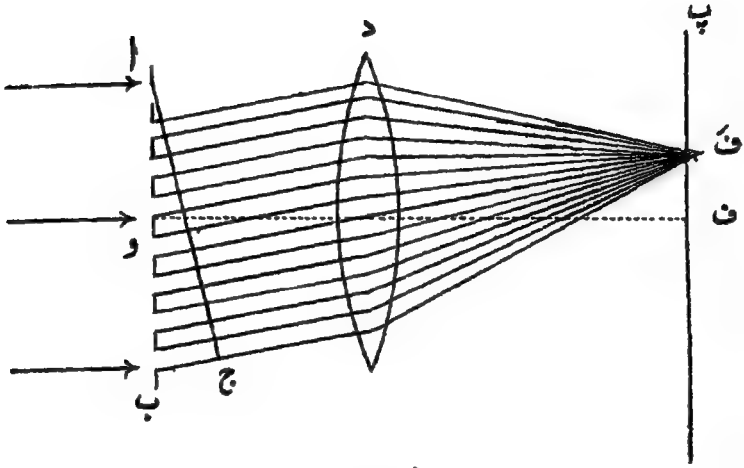
$$۱ + ب = \frac{م}{جب\ ۱} \quad \text{یعنی} \quad \frac{۱}{۱ + ب} = \frac{جب\ ۱}{م}$$

$$یا \quad \frac{۱}{ب} = \frac{م}{م - جب\ ۱}$$

جس میں م اور م صبیح اعداد ہیں۔ م پس جہاں کہیں م اور م میں یہ
 رشتہ ہوگا وہاں طیفی خط غیر موجود ہونگے۔

انکساری جالی کے عمل کی آسان توجیہ۔ شکل نمبر ۸

ایک مستوی بھری آب کا خاکہ بتایا گیا ہے۔ اس پر متوازی شعاعوں کی پینل علی التواضع واقع ہوتی ہے۔ جالی جو دراصل شیشہ کی تختی ہے جس پر الماس کی نوک سے

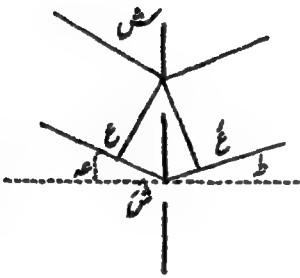


شکل ۱۵

مساوی فاصلوں پر باریک متوازی خطوط کھینچے ہوئے ہوتے ہیں نہ کہ موجوں کو منکسر کر دیتی ہے۔ یعنی لکیروں کے بیچ کے شفاف حصوں سے جو موجیں باہر آتی ہیں وہ مختلف سمتوں میں پھیل جاتی ہیں اور ان کا حاصل مجموعی اثر مختلف سمتوں میں تفاوت راہ کے لحاظ سے ایک دوسری کی تائید کرتا ہے یا ایک دوسری کو تلف کر دیتا ہے۔ جالی اور دیکھنے والے کی آنکھ (یا پردہ پ) کے بیچ میں ایک دوربین یا عدسہ د رکھا گیا ہے تاکہ منکسر شعاعیں ماسک پر جمع ہو جائیں۔ جہاں موجیں ایک دوسری کی مدد کرتی ہیں وہاں مبدائے نور کا روشن انکساری خیال پیدا ہوتا ہے اور جہاں موجیں ایک دوسری کو تلف کرتی ہیں وہاں تاریکی ہوتی ہے۔ شکل ۱۵ میں خیال سمت و ف میں ماسک پر لایا گیا ہے۔ یہ سمت شعاعوں کی ابتدائی سمت کے ساتھ زاویہ ب ج بناتی ہے۔ جالی کے شفاف حصوں کی چوڑائی اگر ا مانی جائے اور غیر شفاف حصوں یعنی لکیروں کی چوڑائی ب تو یہ فرض کر کے کہ واقع مستوی موج

جالی کے مستوی کے ساتھ زاویہ عہ بناتی ہے اور منکسر موج زاویہ طہ۔ دیکھو شکل ۵۲۔
جالی کے دو قریب ترین متناظر مقاموں (شش، شش) سے آنے والی موجوں میں
تفاوت راہ

$$(ل + ب) \text{ جب عہ} + (ل + ب) \text{ جب طہ} = (ل + ب) \text{ جب عہ} + (ب + طہ)$$



اگر یہ تفاوت ن لہ کے مساوی
ہے جس میں ن کوئی ایک صحیح عدد ہے
تو اس سمت میں موجیں ایک دوسری
کی مدد کرینگی اور یہاں روشنی مشاہدہ
ہوگی۔ اگر اس سمت سے متعلق زاویہ انکسار
کو طہ سے تعبیر کریں تو روشن مقام
کے لیے

$$(ل + ب) \text{ جب عہ} + (ب + طہ) = ن لہ$$

شکل ۵۲
اگر یہ معلوم ہو جائے کہ جالی کے
فی سہر کتنے خط کھینچے گئے ہیں (بالفرض ع) تو $ل + ب = \frac{1}{ع}$ وقوع اور انکسار کے
زاویے عہ اور طہ دریافت کرنے پر طول موج لہ کی تعیین ہو جاتی ہے۔
مستوی انکساری جالی کے تجربوں کے لیے طیف پیمائش مفید آلہ
ہے۔ اس کی میز کو متوازی الافق کر کے جالی کو اس پر انتصاباً نصب کرتے ہیں اور
زاویہ وقوع عہ کی پیمائش کے لیے توازی گر کی جھری کو دیے ہوئے نور سے مغور
کر کے دور میں کو گھماتے ہیں یہاں تک کہ جالی کی سطح پر سے متوازی شعاعیں
منعکس ہو کر دور میں کی صلیبی تاروں پر ماسک پر آ جاتی ہیں۔ توازی گراور دور میں
کے محوروں کا درمیانی زاویہ ۲ عہ ہوگا۔ اس طرح جالی میں سے خارج ہو کر ن۔ وال
انکساری خط پیدا کرنے والی شعاعوں کا زاویہ انکسار طہ ناپ لیا جاتا ہے۔
انکساری طیف کے لیے بھی انعطاف سے پیدا ہونے والے طیف کی
طرح اقل انحراف کا زاویہ محسوب ہو سکتا ہے۔ چونکہ ن۔ ویں طیفی خط کا زاویہ انحراف

ف = ع + طن ، زاویہ ذ کی اقل قیمت کے لیے فرد = فرد + فرد =
اور چونکہ (ل + ب) (جب ع + جب ط) = ل لہذا ایک معین طول موج ل اور
درجہ طیت ن کے لیے

$$\text{جم ع فرد} + \text{جم طن فرد} =$$

∴ جم ع = جم طن یعنی ع = طن اس لیے کہ ع اور طن دونوں فرداً فرداً
سے کثیر ہیں۔

$$\text{پس اقل زاویہ انحراف فرد} = ۲ = ۲ طن$$

$$۲ (ل + ب) \text{ جب } ۲ = ۲ ن$$

اقل انحراف کی وضع میں انکساری طیت کی وضاحت بہترین ہوتی ہے۔
اور اس لیے یہ وضع ل کی قیمت کی تعیین کے لیے بہت سودمند ہے۔

اگر مبداء نور نقطہ ہے تو انکساری جالی سے پردہ پر اعظم تنویر کے
جو مقام مشاہدہ ہونگے اور جن کو ہم مبداء کا انکساری خیال تصور کر سکتے ہیں وہ بھی
نقطہ ہی ہونگے۔ اگر مبداء جالی کی لکیروں کے متوازی ایک جھری ہے تو انکساری
خیال بھی جھری کے متوازی خط ہونگے۔ لیکن یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ان نقطوں
یا خطوں کی چوڑائی بہت ہی کم ہوگی۔ اس لیے کہ اگر پہلی اعظم تنویر
کی سمت واقع نور کی سمت کے ساتھ زاویہ طم بنتا ہے اور طم نصف ط
سمت میں تنویر صفر ہے یعنی اعظم تنویر کے بند کی نصف چوڑائی
(زاویہ) مف ط ہے تو چونکہ ن جھریوں سے آنے والی موجوں کا
حاصل ارتعاش صفر ہے اس لیے ارتعاشوں کی ترسیم بند دائرہ ہوگی اور
پہلی اور آخری یعنی ن۔ دس جھریوں سے آنے والے ارتعاشوں میں
تفاوت ہیئت $\frac{۱}{۲} (۲۲)$ جو اگر ن کافی بڑا ہو تو $\frac{۲۲}{۲}$ ہی ہے۔
پس طم + مف ط سمت میں دو متصل جھریوں سے آنے والی
موجوں کی ہیئتوں میں تفاوت $\frac{۲۲}{۲}$ اور اس کا متناظر تفاوت راہ $\frac{۲۲}{۲}$ ہے
پس جب طم = $\frac{ل}{ل + ب}$ اور جب (طم + مف ط) = $\frac{ل}{ل + ب}$

$$\therefore \text{جب } (ط + مفسط) = 1 + \frac{1}{n}$$

چونکہ n ایک بڑا عدد ہے اس لیے مفسط بہت چھوٹا زاویہ ہے۔ یعنی انکساری جالی میں اعظم تنویر کے بند بہت باریک ہوتے ہیں۔ اگر مبداء کا نور سفید ہو تو انکساری جالی میں نور کے انکسار سے طیف کے سلسلے نظر آئیں گے۔ یہ طیف مختلف درجوں کے کہلاتے ہیں۔ طیف کا درجہ جسے بلند تر ہوتا ہے اس کی وسعت بھی بڑھتی ہے لیکن حدت تنویر گھٹتی ہے۔ چونکہ بنفشی رنگ کے نور کا طول موج سرخ سے چھوٹا ہے اس لیے طیف میں بنفشی رنگ مبداء سے قریب ترین سمت میں ہوگا اور سرخ بعید ترین سمت میں۔

اب ہم یہ بتانا چاہتے ہیں کہ انکساری جالی میں کتنے دھروں کے طیف مشاہدہ ہو سکتے ہیں۔ اگر پہلی اعظم تنویر کی سمت کا زاویہ $ط$ ہے، تو n جالی کے شفاف حصہ کی وسعت اور b اس کے غیر شفاف حصہ کی، تو

$$\text{جب } ط = \frac{ل}{a+b}$$

لیکن جس زاویہ کے اندر جلیطیف کی روشنی پھیلتی ہے وہ واحد جھری یا جالی کے شفاف حصہ کی چوڑائی کے تابع ہے اور واحد جھری کی تقریباً ساری روشنی مرکزی بند کے اندر محدود ہوتی ہے۔ اگر اس بند کی زاویہ وسعت کو $۲ ط$ قرار دیا جائے تو جیسا کہ قبل ازیں واحد جھری کے بیان میں بتایا گیا ہے

$$\text{جب } ط = \frac{ل}{a}$$

معل میں عام طور پر طلبہ کی مشق کے لیے جو جالیاں استعمال ہوتی ہیں ان پر فی انچ کوئی ۳۰۰۰ لکیریں چھینچی ہوئی ہوتی ہیں۔ چونکہ ایک انچ = ۲.۵۴ سمر

$$\text{لہذا } (a+b) = \frac{۲.۵۴}{۱۳۰۰۰}$$

اگرچہ یہ قریباً ۱۰۰۰ سال پہلے کا ہے۔ لیکن اس میں جو باتیں لکھی ہیں وہ اس وقت تک درست ہیں۔
اور چونکہ قریباً ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔ اس لیے کہ اس وقت کے لوگوں کی طبیعت کا مطالعہ کیا گیا ہے۔
درجہ اولیٰ (۱) = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۲۵۰۰

۱۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۲۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۳۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۴۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۵۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۶۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۷۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۸۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۹۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۱۰۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔

انسانی زندگی کا ایک نیا دور تخیلی طاقت۔
اس میں تخیل کی طاقت پر انسانی زندگی کا مطالعہ کیا گیا ہے۔
تخیل کی طاقت پر انسانی زندگی کا مطالعہ کیا گیا ہے۔
تخیل کی طاقت پر انسانی زندگی کا مطالعہ کیا گیا ہے۔
تخیل کی طاقت پر انسانی زندگی کا مطالعہ کیا گیا ہے۔
تخیل کی طاقت پر انسانی زندگی کا مطالعہ کیا گیا ہے۔
تخیل کی طاقت پر انسانی زندگی کا مطالعہ کیا گیا ہے۔
تخیل کی طاقت پر انسانی زندگی کا مطالعہ کیا گیا ہے۔
تخیل کی طاقت پر انسانی زندگی کا مطالعہ کیا گیا ہے۔
تخیل کی طاقت پر انسانی زندگی کا مطالعہ کیا گیا ہے۔
تخیل کی طاقت پر انسانی زندگی کا مطالعہ کیا گیا ہے۔

۱۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۲۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۳۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۴۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۵۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۶۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۷۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۸۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۹۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔
۱۰۔ جب انجم = ۱۰۰۰ سال پہلے کے ہیں۔

فر سے پیدا ہونے والے مرکز کے کنارے (یعنی صفر مدت کے مقام) پر واقع ہو۔ ہم نے بتایا ہے کہ جالی کی لکیروں کی تعداد بہت بڑی ہوتی ہے تو یہ پٹیاں بہت باریک ہوتی ہیں اور اس لیے لہ اور لہ + فر لہ طول موج سے یہ ہونے والے خیریں متاثر ہو سکتا ہے۔

چونکہ $\text{فر لہ} = \frac{\text{ن فر لہ}}{\text{جم طن (ل + ب)}}$ جس میں ن طیف کا درجہ ہے۔

اگر فر لہ جھری کے دونوں خیال میں سے کسی ایک کے مرکز اور صفر مدت کے کنارے کا نزدیک ہے تو جیسا کہ قبل ازیں بتایا گیا ہے

$$\text{لہ} + \text{ب} = \text{جم طن} + \text{فر لہ} = \text{ن لہ} + \frac{\text{لہ}}{\text{ن}}$$

جس میں ن = جالی کی لکیروں کی مجموعی تعداد۔ پس اس جملہ کو پھیلانے سے اور زیادہ رکھ کر کہ جم فر لہ = اتفریبا

$$\text{لہ} + \text{ب} = \text{جم طن} + \text{فر لہ} = \text{ن لہ} + \frac{\text{لہ}}{\text{ن}}$$

لیکن چونکہ $\text{لہ} + \text{ب} = \text{جم طن} = \text{ن لہ}$ اس لیے

$$\text{لہ} + \text{ب} = \text{جم طن} = \text{فر لہ} = \frac{\text{لہ}}{\text{ن}} \text{ یعنی فر لہ} = \frac{\text{لہ}}{\text{ن (ل + ب) جم طن}}$$

$$\text{لیکن انتشار کے ضابطہ سے فر لہ} = \frac{\text{ن فر لہ}}{\text{جم طن (ل + ب)}}$$

$$\text{پس} \frac{\text{لہ}}{\text{ن (ل + ب) جم طن}} = \frac{\text{ن فر لہ}}{\text{جم طن}}$$

$$\therefore \frac{\text{فر لہ}}{\text{لہ}} = \frac{1}{\text{ن}} \text{ یا } \frac{\text{فر لہ}}{\text{لہ}} = \frac{1}{\text{ن}}$$

آغاز ذکر جملہ کے لیے لارڈ ریلے (Lord Rayleigh) نے انکساری جالی کی تحلیلی طاقت نام تجویز کیا۔ پس یہ تحلیلی طاقت طیف کے درجہ اور جالی کی

لیکڑوں کی مجموعی تعداد کے حامل ضرب کے مساوی ہے۔
 انکساری جالی سے جوطیف پیدا ہوتے ہیں وہ خالص ہوتے ہیں
 یا باقاعدہ - معہذا یہ طیف طبعی (normal) بھی ہوتے ہیں اس لیے
 کہ ان میں انتشار نور کا ضابطہ

$$\frac{\text{فرقہ}}{\text{فرقہ}} = \frac{n}{(1+b) \text{ جم طین}} \text{ ہوتا ہے۔}$$

واضح ہو کہ جم طین کو اگر نظر انداز کر دیا جائے (جو چھوٹے زاویوں
 کے لیے تقریباً ۱ ہے) تو انتشار محض طیف کے درجہ اور جالی کی لکڑوں کی
 تعداد کے تابع ہے۔ پس طیف کے کسی بھی دو رنگوں کی وسعتوں کی نسبت
 مستقل ہوتی ہے۔ منشور کے طیف میں یہ باقاعدگی نہیں ہوتی ہے۔ اس لیے
 کہ مختلف مادے کے منشوروں سے جوطیف پیدا ہوتے ہیں ان میں دیے ہوئے
 دو رنگوں کی چڑائیوں کی نسبت مختلف ہوتی ہے۔ اس مسئلہ پر ہم کسی آئندہ باب میں
 زیادہ تفصیل سے بحث کریں گے۔

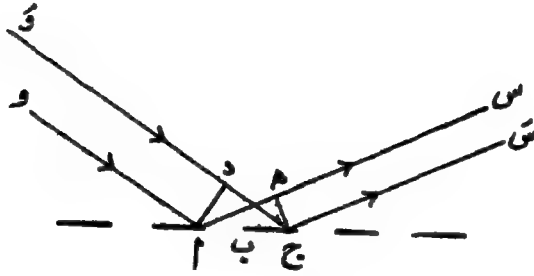
مفقود یا غیر موجود طیفوں — ہم نے اوپر بیان کیا ہے

کہ جب جالی کے دو متصل شفاف حصوں میں کے متناظر مقاموں سے آنے والی جڑیں
 سمت ط میں منعکس ہوتی ہیں تو ان میں تفاوت راہ (۱ + ب) جب ط ہوتا ہے
 جبکہ زاویہ وقوع صفر ہوتا ہے۔ امد اگر زاویہ وقوع ص ہو تو تفاوت راہ
 (۱ + ب) (ب + ب ط) ہوتا ہے۔ اگر یہ تفاوت نصف طول موج
 کی جنت عددی ضعف یعنی $\frac{1}{2} \lambda$ (۲ ن) ہو تو اس سمت میں تنویر اعظم ہوگی۔
 لیکن ذرا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ اگر یہ سمت ط ایسی ہے کہ اس سمت
 میں جالی کے ہر شفاف حصہ پر جو نصف دوری منطبق بنتے ہیں ان کی تعداد
 ایک جنت عدد ہوتی ہے تو اس سمت میں ہر شفاف حصے سے آنے والی موجوں کا
 اثر صفر ہوتا ہے اس لیے یہاں حامل تنویر صفر ہوتی ہے باوجود اس کے کہ

(۱ + ب) (جب ع + جب ط) = ن لہٰذا ایسے لیون مفقود یا غیر موجود کہلاتے ہیں۔

مستوی انعکاسی جالیوں سے نور کا انکسار۔

اگر کسی جھلنے والی سطح پر متساوی الفاصل پارک لکیریں کھینچی جائیں اور اس سطح پر سے نور منعکس ہو تو ایسی صورت میں بھی انکسار واقع ہوتا ہے شکل ۵۳ میں ا ب ج ایک مستوی انعکاسی جالی ہے۔ ا ب اس کا جھلنے والا اور ب ج



شکل ۵۳۔

غیر جھلنے والے جڑے۔ متوازی شعاعوں کی پنسل د ا و ب اس پر واقع ہو کر مختلف سمتوں میں منکسر ہوتی ہے۔ ان میں سے ایک سمت ا میں بتائی گئی ہے۔ ا سے شعاع و ج پر عمود ا د گراؤ اور ج سے شعاع ا میں پر ج ه۔ تب زاویہ وقوع د ا ب ہے اور زاویہ انکسار ه ج ا۔ ان کو علی الترتیب ع اور ط سے تعبیر کرو۔ جالی کے متناظر مقام ا اور ج سے منکسر ہونے والی موجوں میں تفاوت راہ د ج - ا ه ہے۔ چونکہ جالی کے جڑے ا ج کو (۱ + ب) سے تعبیر کیا جاتا ہے لہٰذا د ج - ا ه = (۱ + ب) (جب ع - جب ط)۔ اگر یہ تفاوت راہ ن لہٰذا کے مساوی ہو جس میں ن ایک صحیح عدد ہے تو سمت ط میں

موجیں ایک دوسری کی تائید کریں گی اور اس لیے سمت مذکور میں اعظم تنویر مشاہد ہوگی۔ اگر منکسر شعاعوں کی سمت جالی کے عمود کے بائیں جانب فرض کی جائے تو تفاوتِ راہ $d + \frac{a}{2}$ ہوگا۔ پس اعظم تنویر کی سمت طہ کے لیے (بصورتِ عامہ)

$$(d + \frac{a}{2}) \sin \theta = n \lambda$$

اور اگر یہ تفاوتِ راہ $\frac{a}{2} (n \pm 1)$ لہ کے مساوی ہو تو اس سمت میں تنویر اقل ہوگی۔

موجی اور سیپ کے طیفی رنگ بھی انکسارِ نور سے پیدا ہوتے ہیں۔ ان کی سطحوں پر انکاسی جالی کی طرح بہت ہی باریک لکیریں ہوتی ہیں جن کی وجہ سے سفید نور منکسر ہو کر طیفی رنگوں میں تقسیم ہو جاتا ہے۔ بعض تیتروں کے پروں اور عمدہ ریشمی کپڑوں کا رنگ بھی اسی انکسارِ نور کی وجہ سے طیفی اور خوشنما نظر آتا ہے۔

مقعر انکساری جالی — مستوی انکساری جالی

کے طیفوں کو ماسک پر لانے کے لیے پہلے تو مبداء سے آنے والی شعاعوں کو متوازی پنسل میں تبدیل کرنا پڑتا ہے اور پھر بعد انکسار مختلف طول موج کی شعاعوں کو اکٹھا کر کے مختلف ماسکوں پر لانا پڑتا ہے جس کے لیے دو عدسوں کی ضرورت ہوتی ہے۔ ان عدسوں کی وجہ سے نور کا معتد بہ حصہ جذب ہو جاتا ہے۔ رولینڈ (Rowland) نے مقعر جالی کو استعمال کر کے جالی کی لکیروں سے انکسار پیدا کیا اور اس کی کردیت سے منکسر شعاعوں کو مختلف ماسکوں پر مرکوز کیا۔ اسی طرح بالائے بنفشی نور کے طیفی خطوط پر جو عموماً شیشہ کے عدسوں میں جذب ہو جاتے ہیں کام کرنے میں بڑی سہولت پیدا ہو گئی۔ اور رولینڈ کی مشین پر تیار کی ہوئی مقعر انکساری جالیاں روئے زمین کے تجسریہ خانوں میں بہ کثرت استعمال ہونے لگیں۔ مقعر جالی کی سب سے بڑی خوبی یہ ہے کہ جب وہ ٹکین پر مناسب وضع میں کھڑی کی جاتی ہے تو اس کے طیف حقیقی مغنوں میں

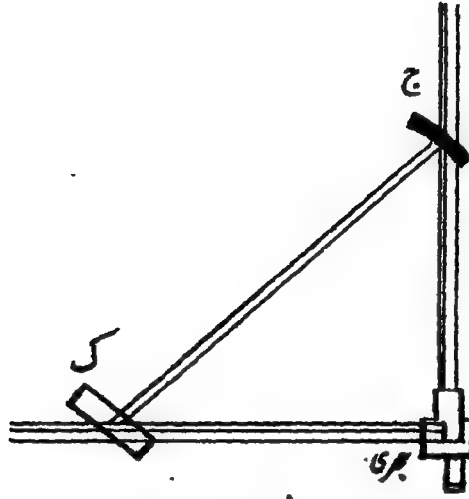
طبعی ہوتے ہیں یعنی طبعی خطوط کے درمیانی فاصلے ان کے طول موج کے متناسب ہوتے ہیں۔ ایک آدھ خوبی یہ ہے کہ مقعر جالی کے مختلف رتبوں (Orders) کے جو طیف باہر نکل کر تقریباً منطبق ہوتے ہیں وہ سب کے سب ماسک پر ہوتے ہیں۔ مثلاً طول موج ۲۹۵۰ کا ایک ماورائے بنفشی دوسرے رتبہ کا طبعی خط جو سوڈیم کے پہلے رتبہ کے طیف کے D خط کے قریب پیدا ہوتا ہے ان خطوط کے فوٹو گراف کے ساتھ اس کا بھی فوٹو گراف تیار ہو جاتا ہے۔ جس کی وجہ سے ان خطوط کے طول موج کے لحاظ سے اس ماورائے بنفشی خط کا طول موج بھی صحت کے ساتھ ناپ لیا جاسکتا ہے۔

مقعر جالی کی تنصیب - اس کے کئی طریقے ہیں۔ ہم پہلے

رو لینڈ کا تنصیبی طریقہ بیان کریں گے جیسا کہ آگے چل کر بیان کیا جائیگا جالی کے نظریہ سے مستنبط ہوتا ہے کہ اگر جالی اور منور بھری دونوں ایک ایسے دائرہ کے محیط پر واقع ہوں جس کا قطر جالی کے نصف قطر انحناء کے مساوی ہے تو مختلف رتبوں کے جو طیف پیدا ہوتے ہیں وہ سب کے سب اسی دائرہ کے محیط پر ماسک پر آتے ہیں۔ یہ طیف دائرہ کے اس حصہ پر طبعی وضع میں صورت پتہ ہوتے ہیں جو جالی کے مقام تنصیب کے عین قطر مقابل ہوتا ہے۔ اگر بھری محیط دائرہ پر ایک جگہ سے دوسری جگہ ہٹا کر نصب نہیں کی جاسکتی (جیسا کہ آفتاب کے طیف کے تجربوں میں) تو رو لینڈ نے مندرجہ ذیل طریقہ تنصیب اختیار کیا۔

دو ثابت ریلوں یا شہتیروں پر جو باہر نکل چکے علی القواہم ہیں دو صلب راستے اب اور اج (دیکھو شکل ۱۱۹) تیار کیے گئے ہیں۔ ان راستوں پر دو پہیے دار سہارے حرکت کرتے ہیں جو ایک آڑی لوہے کی ٹیلی کے سروں کو پکڑے رکھتے ہیں جس کا طول مقعر جالی کے نصف قطر کے مساوی ہوتا ہے۔ ایک سہارے پر فوٹو گرافی کا کیمرو یا مندرجہ ذیل رکھ دیا جاتا ہے اور دوسرے پر جالی ج۔ اور بھری ریلوں کے ملنے کے مقام کے اوپر مستقل طور پر نصب کر دی جاتی ہے۔ فوٹو گرافی کا کیمرو ک جب بھری سے دور ہٹایا جاتا ہے تو

مقعر جالی ج اس کے قریب تر ہوتی ہے۔ یہ تینوں یعنی کیمرو، جالی اور بھری



شکل ۵۲

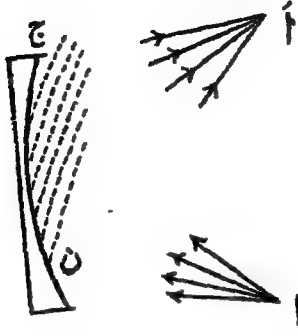
ہمیشہ ایک دائرہ کے محیط پر رہتے ہیں۔ اور جالی اور کیمرو دائرہ کے قطر کے متقابل سروں پر۔ ہر وضع میں مقعر جالی کا مرکز انحناء فوکل گرافی کی تختی کے وسطی مقام سے منطبق رہتا ہے۔

رو لینڈ نے مقعر جالی کو چپٹا رکھ کر بلحاظ اس کے وتر کے نہ بلحاظ مقعر سطح کی قوس کے مساوی فاصلوں پر لکیریں کھینچیں۔ بیچ کو مساوی زاویوں میں پھرنے سے جالی کا وتر مساوی فاصلے آگے بڑھتا ہے۔ اور اس طرح جالی پر الماس کی نوک سے لکیریں کھینچی جاتی ہیں۔

مقعر جالی کا نظریہ۔ ہم یہاں رُنکے (Runge)

کا طریقہ بیان کریں گے۔ شکل ۵۵ میں فرض کرو جالی ج کی مقعر سطح پر ن کوئی ایک نقطہ ہے۔ نقطہ ۱ کا خیال نقطہ ۲ پر پیدا ہونے کے لیے ضروری ہے کہ جالی کی سطح پر کے ہر نقطہ ن پر ۱ سے جو موجیں آتی ہیں

۱ پر ایک ہی ہیئت میں پہنچیں۔ یعنی شرط ان + ن = مستقل پوری ہو یا بالفاظ دیگر مقعر سطح ۱ اور ۱ ماسکوں والے گردش ناقص نما کا جزو ہو۔ اب جالی کی سطح کے پاس ایسے ہم ماسکی ناقص نما تیار کرو جن کے مستقل فاصلے $۱ن + ۱ن$ ہر ایک کے لیے علی الترتیب بقدر $\frac{1}{n}$ بڑھتے جائیں۔ (شکل میں جالی کے پاس نقطہ دار لکیریں ان سطحوں کو تعبیر کرتی ہیں)۔ مقعر جالی کی سطح ان ناقص نماؤں سے ایسے منطوقوں میں منقطع ہوگی جس کے



شکل ۵۵

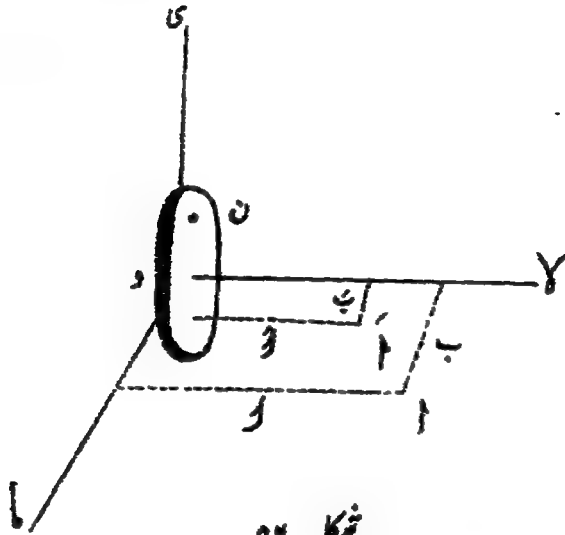
ہر مرکز سے ۱ پر آنے والی دور کی موجیں باعتبار ہیئت اس کے متصل مرکزوں سے آنے والی موجوں کے عین مخالف ہونگی۔ اگر ان، ۱ن اور مقعر جالی کا نصف قطر انحناء کافی بڑا ہو تو یہ منطقے تقریباً مساوی چوڑائی کے ہونگے اور اس لیے ان سے آنے والی موجوں کا حاصل اثر ۱ پر صفر ہوگا۔ پس اگر ہر دوسرے منطقے کو لکیریں بیکار کر دیں تو اتنی عمل پایید ہو جائیگا اور ۱ پر تنویر مشاہدہ ہوگی۔ رنگے اس کے بعد ثابت کرتا ہے کہ ایسی صورت میں جالی پر ۱ سے مفروضہ طول موج لہ سے ذرا بھی مختلف طول موج کا اگر نور واقع ہو تو ۱ پر تنویر صفر ہوگی۔

شکل ۵۶ میں فرض کرو کہ مقعر گردی جالی کی سطح کا اس محدود لا، ۱ اور ۱ کے مباد پر واقع ہے اور سطح خود مای مستوی کے ساتھ جاسی ہے۔ اگر کہہ کا نصف قطر ص ہو تو اس سطح کی مسادات

$$لا + ما + ی - ۲ ص لا = ۰ \text{ ہوگی۔}$$

[اس لیے کہ لا کا محور گردی سطح کے راس اور کہ کے مرکز میں سے گزرتا ہے۔]

اگر مبداء و مانا جائے اور محمد لا کرہ کے افقِ قطر کے دوسرے سرے کو نقطہ و میں



$$\frac{لا^۲ + ما^۲ + ی^۲}{ص} = لا^۲ \text{ سے مساوات کی}$$

$$\text{پس } \frac{لا(لا^۲ + ما^۲ + ی^۲)}{ص} = لا^۲$$

∴ (۱۸) $لا^۲ = لا^۲ - ۲ب^۲ + ما^۲(۱ - \frac{۱}{ص}) + ی^۲(۱ - \frac{۱}{ص}) + لا^۲(۱ - \frac{۱}{ص})$
لیکن مقعر جالی کی مصرعہ بالا وضع سے ظاہر ہے کہ لا بلحاظ ما اور ی کے
دوسرے رتبہ کی مقدار ہے پس رقم (۱ - \frac{۱}{ص}) لا متروک کر دی جاسکتی ہے اور

$$(۱۸) لا^۲ = لا^۲ - ۲ب^۲ + \frac{ما^۲}{ص}(۱ - \frac{۱}{ص}) + \frac{ی^۲}{ص}(۱ - \frac{۱}{ص}) \text{ تقریباً}$$

اب بائیں جانب کے جملے کو مسئلہ ثنائی کے ذریعہ پھیلا کر تیسرے رتبہ کی رقموں
کو نظر انداز کرنے سے

$$(۱۸) لا^۲ = لا^۲ - ۲ب^۲ + \frac{ما^۲}{ص}(۱ - \frac{۱}{ص}) + \frac{ی^۲}{ص}(۱ - \frac{۱}{ص}) + \frac{ب^۲}{ص}(۱ - \frac{۱}{ص})$$

$$لا^۲ = لا^۲ - ۲ب^۲ + \frac{ما^۲}{ص}(۱ - \frac{۱}{ص}) + \frac{ی^۲}{ص}(۱ - \frac{۱}{ص}) + \frac{ب^۲}{ص}(۱ - \frac{۱}{ص})$$

$$\text{لیکن } \frac{ب^۲}{ص} - \frac{ب^۲}{ص} = \frac{ب^۲}{ص} - \frac{ب^۲}{ص} = \frac{ب^۲}{ص} - \frac{ب^۲}{ص}$$

$$\frac{لا^۲}{ص} - \frac{لا^۲}{ص} =$$

$$\text{پس (۱۸) } لا^۲ = لا^۲ - ۲ب^۲ + \frac{ما^۲}{ص}(۱ - \frac{۱}{ص}) + \frac{ی^۲}{ص}(۱ - \frac{۱}{ص}) + \frac{ب^۲}{ص}(۱ - \frac{۱}{ص})$$

$$= لا^۲ - ۲ب^۲ + \frac{ما^۲}{ص}(۱ - \frac{۱}{ص}) + \frac{ی^۲}{ص}(۱ - \frac{۱}{ص}) + \frac{ب^۲}{ص}(۱ - \frac{۱}{ص})$$

$$\text{ایں (۱۱) = ۱ - \frac{۱}{۲} - \frac{۱}{۲} \left(\frac{۱}{۲} - \frac{۱}{۲} \right) + \frac{۱}{۲} \left(۱ - \frac{۱}{۲} \right) + \frac{۱}{۲} \left(۱ - \frac{۱}{۲} \right)$$

$$\text{اور ان + آن = ل + ل - \left(\frac{۱}{۲} + \frac{۱}{۲} \right) + \left(\frac{۱}{۲} - \frac{۱}{۲} \right) + \left(\frac{۱}{۲} - \frac{۱}{۲} \right) + \left(\frac{۱}{۲} - \frac{۱}{۲} \right)$$

$$+ \left(۱ - \frac{۱}{۲} \right) + \left(۱ - \frac{۱}{۲} \right) + \left(۱ - \frac{۱}{۲} \right) + \left(۱ - \frac{۱}{۲} \right)$$

چونکہ متحر جالی کا انتصابی سپرہ کافی چھوٹا ہوتا ہے اس لیے ہم یہ جالیوں کو قطر اندازہ کر دے سکتے ہیں۔ جالی پر کیرنوں کی سمت کے متوازی کیجی جاتی ہیں اور ان کا طول جالی کے نصف قطر اختصار کے مقابلہ میں $\frac{1}{2}$ سے بھی زیادہ نہیں ہوتا ہے۔

اگر n اور m کی قیمتیں اس طرح ترتیب دی جائیں کہ

$$\frac{1}{n} = \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{n} \right) + \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{m} \right) = \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{n} \right)$$

تو n والی رقم بھی عاج ہو جاتی ہے۔ اس شرط کی تکمیل کے لیے ضروری ہے کہ $\frac{1}{n} = \frac{1}{m}$ اور $\frac{1}{n} = \frac{1}{m}$ ہو یعنی $n = m$ اور $n = m$ ایک دائرہ کے محیط پر ہوں جس کا مرکز n کے محور پر مبداء سے بقدر فاصلہ $\frac{1}{n}$ ہو۔ رو لینڈ کے طریقہ تنصیب میں (جس کا اوپر ذکر آچکا ہے) اس شرط کی تکمیل ہو جاتی ہے۔ ایسی صورت میں مساوات ٹھٹھ کر

$$n + n = n + n - \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{n} \right) + \left(\frac{1}{n} + \frac{1}{n} \right) = n + n$$

شرط صرح کے لحاظ سے n اور n جالی کی سطح پر نقطہ n کے مقام کے فیہ تابع ہیں پس n کی محور کی قیمتیں کے لیے $\frac{1}{n} = \frac{1}{n}$ پر غور کرنے کی ضرورت ہے۔ اگر جالی کے n - ویں اور $(n+1)$ - ویں خط کے مابین دو دوں کا درمیانی فاصلہ (جو کہ حقیقت دو متصل کے منطوقوں کا درمیانی فاصلہ ہے) ط فرض کیا جائے تو نقطہ n پر تنور

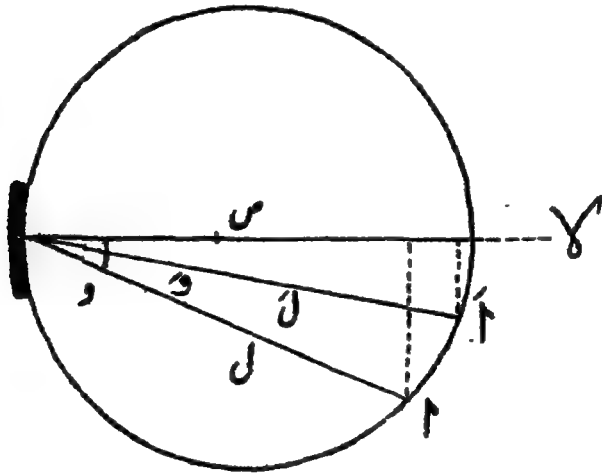
محسوس ہوگی جبکہ ان دو متصل کے منطقوں سے اُس تک آنے والی موجوں میں تفاوتِ راہ طویل موج کی ایک صحیح ضعف ہے۔ یعنی جبکہ

$$\left(\frac{b}{\lambda} + \frac{b}{\lambda}\right)(a + \lambda) - \left(\frac{b}{\lambda} + \frac{b}{\lambda}\right)a = m\lambda$$

جس میں m ایک صحیح عدد ہے۔ یعنی جبکہ $\left(\frac{b}{\lambda} + \frac{b}{\lambda}\right)a = m\lambda$ اس کے یہ معنی ہوئے کہ جالی کے وتر پر لکیریں مساوی فاصلہ سے کھینچی جانی چاہئیں۔

شکل ۷۵ میں فرض کرو a بھری ہے اور a متعلقہ طیفی خط چونکہ

$$a\left(\frac{b}{\lambda} + \frac{b}{\lambda}\right) = \lambda(jb + jb) = m\lambda$$



شکل ۷۵

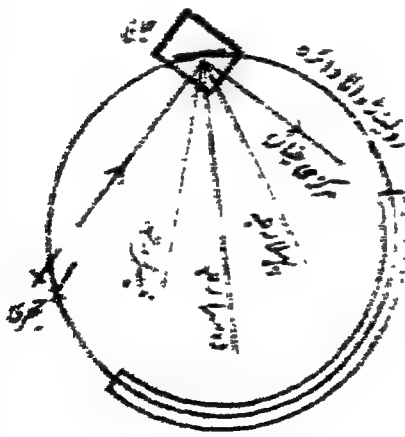
اس لیے زاویہ $2b$ کو مستقل رکھ کر تفرق کرنے سے $a \sin 2b = m\lambda$ لیکن $a \sin 2b = \lambda \sin 2\theta$ (فرض)
 $\therefore a \sin 2\theta = m\lambda$

$$\text{یعنی } \frac{\text{فوس}}{\text{فرل}} = \frac{\text{م}}{\text{طہم و}}$$

فوس طیف کا پیمانہ ہے یعنی وہ طیف خطوط جن کے طول موج ایک ہی کا فرق رکھتے ہیں ان کا درمیانی فاصلہ ہے۔ یہ پیمانہ اُس وقت آفاق ہوتا ہے جبکہ زاویہ $\theta = 0^\circ$ یعنی جگہ θ جاتی کے عمود پر واقع ہوتا ہے۔ جب اس عمود کے ذریعہ ہوتا ہے تو پیمانہ بہت آہستہ تبدیل ہوتا ہے۔ اس لحاظ سے کہ یہ طیف طبعی ہوتا ہے۔

پیشن (Paschen) کا تعصبی طریقہ۔ برقیہ کے طیف نہائی تجربوں

کے لیے متعارف جاتی سب سے بہتر تعصبی پیشن (Paschen) کی مجرورہ ہے۔ اس میں انتہائی سہولت کے ساتھ ایک بڑی توبہ ہے



اس کے ہر ایک وقت و عدس اگرچہ بہت ہو تو تمام توبوں کے حیوت حاصل کیے جاسکتے ہیں۔ روایت ڈالے دائرہ کے ایک نصف حصہ پر سمٹ سے ایک قوت دہی راستہ تعصب کیا جاتا ہے۔ طوطا جو شش ہے۔ اہل قوت و برقی اس تسمیاتی اس راستہ پر چلائی جاسکتی ہیں۔ جان دایہ کے ایک دوسرے

شکل ۵۵

مقام پر غصہ مستقل تعصب جاتی ہے۔ درجہ حرارت دائرہ کے دوسرے بازو میں درجہ حرارت پر حیف پیمانہ کوہ کی ایک دہلیز میں مرکز کے طوطا تعصب کی جاتی ہے۔ میلانے کوہ بازو اسے کوہ میں ترتیب دیا جاسکتا ہے۔

لیغذ میا والے کمرہ کی دیواریں سیاہ رنگی جاتی ہیں۔ اور کمرہ کی تیش مستقل رکھی جاتی ہے

ایگل (Eagle) کا تنصیبی طریقہ - شکل ۵۹ میں

اس کے اہم اجزاء کی سرسری توضیح کی گئی ہے۔ تختی گیر جس میں فوٹو گرافی کی تختی رکھی جاتی ہے "نورسہ بند" بے صندوق

کے ایک سرے کے پاس استادہ کیا جاتا ہے۔ ایک انتصابی محور کے گرد گھمایا

جا سکتا ہے جس کی وجہ سے جالی کی مختلف وضعوں میں طیف کا فوٹو تختی پر

بنتا ہے۔ جھری کی نلی صندوق کے ایک پہلو میں تختی گیر کے سامنے ایسے فاصلہ پر

واقع ہوتی ہے کہ انعکاس کئی پیدا کرنے والے منشور میں جھری کا مجازی خیال

فوٹو گرافی کی تختی کے مرکز کے عین نیچے کے ایک نقطہ سے منطبق ہوتا ہے۔

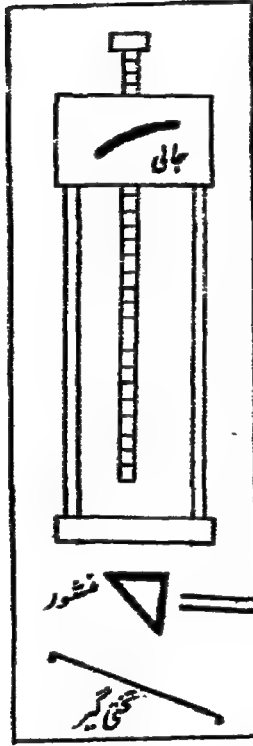
جھری سے نکل کر نور کا منشور میں کئی انعکاس ہوتا ہے اور اس طرح نور کی شعاعیں صندوق

کے دوسرے سرے کے قریب پہنچ کر جہاں مقرر جالی استادہ کی ہوئی ہوئی ہے جالی سے

منکسر ہوتی ہیں۔ جالی انتصابی محور کے گرد گھائی جا سکتی ہے اور ایسے پہنچ کی مدد سے

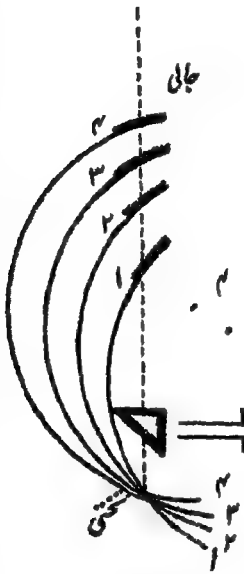
جھری کے قریب یا اس سے دور لائی جا سکتی ہے۔

شکل ۵۹ میں جو دائرے چھپے گئے ہیں رو لینڈ ڈالے دائرہ کی مختلف وضعیں ہیں جبکہ جالی کو آگے یا پیچھے ہٹانے اور محور پر گھمانے سے ان دائروں کا مرکز نشانات ۱، ۲، ۳ وغیرہ پر منتقل ہوتا ہے۔ جالی کی مختلف وضعیں بھی



شکل ۵۹

اس دائرہ کی مختلف جہوں میں ان ہی نشانات کے ذریعہ سے ظاہر کی گئی ہیں -
 جھری جالی اور نوٹو گرافی کی تحتی ہر صورت میں (دولینڈ والے دائرہ ہی پر
 واقع ہونی چاہیے -



۱. ایگل والی تنصیب میں طبعی خطوط کی
 عدم ہمسکیت (Astigmatism)
 جو طیف کے رتبہ کے ساتھ بڑھتی جاتی ہے
 رولینڈ والی تنصیب کے مقابلہ میں
 بہت کم ہوتی ہیں اور اس لیے طیفوں
 کی حدت تنویر بھی نسبتاً زیادہ ہوتی ہے۔
 اس کے علاوہ ایگل والے طریقہ میں
 زیادہ رتبہ کے اور نیز عمود کے دونوں
 جانب کے طیفوں پر کام کیا جاسکتا ہے۔
 جو رولینڈ کی تنصیب میں نہیں
 ہو سکتا۔

شکل ۶۰

دائری سہوہ سے

نور کا انکسار - اب ہم احصار کے ذریعہ اس مسئلہ کو حل کرینگے
 اور ایک جملہ حاصل کریں گے جو مناظری آلات کی تحلیل طاقت (Resolving power)
 کے محسوب کرنے میں بہت استعمال ہوتا ہے۔

فصل ۵۱ میں ۵ دائرہ کا مرکز ہے اور ۵ اس کا نصف قطر - ۵ ع
 دائرہ کا مرکزی عمود ہے اور ۱ ب اس کا ایک قطر - ہم دریافت کرنا چاہتے
 ہیں کہ سمت ۵ میں جب متوازی شعاعوں کی پٹیل منکسر ہو کر ماسک م پر
 آتی ہے تو وہاں نور کی کیا حدت ہوتی ہے۔

فرض کرو کہ نقطہ ۱ کے پاس کے ایک جزو رقبہ سہوہ صہ فرقہ فرصہ
 سے آنے والی نور کی موجوں کی وجہ سے ماسک م پر نقل مکان کی تعبیر

$$ل = \frac{\pi^2}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right) \frac{\text{ص جم فذ جب ط}}{\text{ص جم فذ جب ط}} \text{ فذ فز صہ}$$

$$+ \frac{\pi^2}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right) \frac{\text{ص جم فذ جب ط}}{\text{ص جم فذ جب ط}} \text{ فذ فز صہ}$$

$$\text{اب فرض کرو کہ } \frac{\pi^2}{2} \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{2} \right) = 0$$

$$ا = \frac{\pi^2}{2} \frac{\text{ص جم فذ جب ط}}{\text{ص جم فذ جب ط}} \text{ فذ فز صہ اور}$$

$$ب = \frac{\pi^2}{2} \frac{\text{ص جم فذ جب ط}}{\text{ص جم فذ جب ط}} \text{ فذ فز صہ}$$

$$\text{پس } ل = ا + ب \text{ جم ع}$$

$$\text{اگر } \frac{ب}{ا} = \text{مس ب اور ج} = \frac{ا + ب}{ا} \text{ تو واضح ہے کہ}$$

$$ل = ا + ب = \frac{ا + ب}{ج} \text{ جم ع}$$

$$\text{جم ب} = \frac{ا}{ج} \text{ اور جب ب} = \frac{ب}{ج}$$

$$\text{پس } ل = (\text{جم ب جب ع} + \text{جب ب جم ع}) \frac{ا + ب}{ج}$$

$$\text{یعنی } ل = ج جب (ع + ب) \text{ اور اس کے م پر حدت تنویر}$$

$$ع = ج = ا + ب$$

$$\text{پس } ع = \left(\frac{\pi^2}{2} \frac{\text{ص جم فذ جب ط}}{\text{ص جم فذ جب ط}} \text{ فذ فز صہ} \right) +$$

$$\left(\frac{\pi^2}{2} \frac{\text{ص جم فذ جب ط}}{\text{ص جم فذ جب ط}} \text{ فذ فز صہ} \right) +$$

حدت کے اس جملہ میں دوسری رقم کا تکمل صفر ہے اس لیے کہ اس کے اجزاء جو سہوہ کے کسی قطر پر بھی مرکوز کے باہم دیگر مخالف سمتوں اور

مساوی فاصلوں سے متعلق ہیں ایک دوسرے کے مساوی اور مخالف علامت رکھتے ہیں۔ پس ماسک یہ حد

$$ص = \left(\int_{\pi^2}^{\infty} ص dx + \int_0^{\pi^2} ص dx \right) = \frac{صم حجم ذب طه}{ل} \text{ فزف فرصه}$$

نقل کی جاتی ہیں :-

۱ عظم	$\frac{f}{\pi}$	حدت	۱ اقل	$\frac{f}{\pi}$	حدت
پہلا	۰	۱	پہلا	۰.۶۶۱	۰
دوسرا	۰.۶۸۱	۰.۰۱۷۴	دوسرا	۱.۶۱۱۶	۰
تیسرا	۰.۶۳۳۳	۰.۰۰۰۳۱	تیسرا	۱.۶۱۱۹	۰

دوربین کی تحلیلی طاقت - جس قدر قریب کے دو مبدعے دوربین میں علحدہ علحدہ نظر آتے ہیں اس کی تحلیلی طاقت اُسی قدر بڑی تصور کی جاتی ہے۔ فضا میں بہت سے ثابت ستارے دوسرے ہیں۔ یعنی تجاذبی قوت کے زیر اثر دو دو (یا بعض صورتوں میں ان سے زیادہ تعداد کے) ستاروں کے مستقل نظام ہوتے ہیں۔ چونکہ ہمارے نظام شمسی سے نہایت دور واقع ہیں اس لیے اکثر کمالی آنکھ یا چھوٹی دوربینوں میں ایک ہی ستارہ کی شکل میں نظر آتے ہیں۔ ایسے دو نیلے نظام کے ستاروں کو علحدہ علحدہ دیکھنے کے لیے ضرور ہے کہ ایک ستارے کے انکسار نور کا مرکزی منور دائرہ دوسرے ستارے کے انکسار نور کے پہلے اقل یعنی تاریک حلقہ پر یا اس سے بعید واقع ہو۔ اگر دوربین کا سہوہ s (یا نصف قطر $v = \frac{p}{2}$) ہو تو جیسا کہ جدول میں بتایا گیا ہے پہلے اقل طلعت سے متعلق ط کا ضابطہ

$$\text{جب } ط = ۰.۶۶۱ = \frac{ل}{ص} = ۱.۷۳۲ \frac{ل}{ص} \text{ ہے۔}$$

دو ستاروں کا درمیانی زاویہ مصرعہ بالا ط سے زائد ہونا چاہیے تاکہ وہ ایک دوسرے سے جدا نظر آئیں۔ چونکہ ط ایک بہت ہی چھوٹا زاویہ ہوتا ہے اس لیے بجائے جب ط کے خود ط ہی لکھ سکتے ہیں۔

اور تحلیل کے لیے ضرور ہے کہ $\theta < ۰.۶۱ \frac{ل}{ص}$ -

ہماری آنکھوں کے لیے سب سے آرام دہ رنگ سبز ہے۔ تھلیئم (Thallium) کے سبز طیفی خط کا طول موج ۵۳۵۰.۵۷ انگسٹروم ہے۔ پارے کا ایک سبز طیفی خط کا طول موج ۵۴۶۰.۵۷ ہے اور ہائیڈروجن کے H_{β} سبزی ائل نیلے طیفی خط کا طول موج ۴۸۶۱ ہے۔ پس اگر سہولت کی خاطر تحلیلی طاقت والے حملے میں نہ کو ۵۰۰۰ انگسٹروم یا ۵۰۰۰۰ ملی میٹر مائیں اور زاویہ θ کو سکندوں یعنی ثانوں میں محسوب کریں تو دو قریب کے ستاروں کی تحلیل کے لیے

$$\theta = \frac{۳۶۱۴ \times \text{ث}}{۶۰ \times ۶۰ \times ۱۸۰} < \frac{۰.۶۱ \times ۰.۵۰۰۰۵}{ص}$$

جس میں θ ستاروں کے درمیانی زاویہ کی قیمت ثانوں میں ہے۔ اور ث دور بین کے دمانہ والے عدسہ کے سہوہ کا نصف قطر ملی میٹروں میں۔

$$\frac{۶۲۶۹}{ص} < \theta \text{ پس تحلیل کے لیے}$$

مونٹ ولسن (Mount Wilson) کی مشہور رصد گاہ کی سب سے بڑی دور بین کا سہوہ ایک سونچ یعنی $\text{ص} = ۵۰$ انچ یا ۱۲۷۰ ملی میٹر ہے۔ پس یہ دور بین $\frac{۶۲۶۹}{۱۲۷۰}$ یعنی ۰.۴۹۵ ثانویہ تک کے قریب کے دو ستاروں کو بھی تحلیل کر سکتی ہے۔

بابینے (Babinet) کا اصول - فرض کرو کہ ایک منور

سہوہ کے سامنے ایک غیر شفاف پرت رکھی جاتی ہے جس میں جابجا ایک ہی ناپ کے چھوٹے چھوٹے گول سوراخ کر دیے گئے ہیں۔ اگر اس پرت کے

سامنے کسی پردہ پر ان سوراخوں کے انکسار نور سے پیدا ہونے والی شکلوں پر غور کیا جائے تو پردہ کے کسی نقطہ ن پر جہاں متوازی انکسادی شعاعیں ان سوراخوں سے سمت طہ میں اکٹھا ہوتی ہیں تنویر دو مکملوں کے مرکبوں کے حامل جمع کے مساوی ہے جو ان سوراخوں کے رقبوں کے گرد لیے جاتے ہیں یعنی جن میں ان سوراخوں کے پورے رقبوں کا اثر محسوب ہے۔ ہم اس تنویر کو $A + B$ سے تعبیر کر سکتے ہیں۔ اگر پرت کے سوراخ بند کر دیے جائیں اور ان کا درمیانی غیر شفاف حصہ شفاف کر دیا جائے۔ گویا پہلی پرت کی متقنم (Complementary) پرت استعمال کی جائے تو اسی نقطہ ن پر تنویر کی تعبیر اب $A + B$ سے ہوگی۔

واضح ہے کہ پردہ اگر سوراخوں سے بالکل معزاً ہوتا تو نقطہ ن پر تنویر صفر ہوتی بشرطیکہ ن نور کے نامیہ موج کے ماسکہ پر واقع نہ ہو۔ پس اس سے یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے کہ پہلی نوع کی پرت کی وجہ سے پردہ پر جو حامل تنویر پیدا ہوتی ہے وہ دوسری نوع کی پرت والی حامل تنویر کا عدم کر دیتی ہے۔ یعنی

$$(A + B) + (B + A) = 0$$

اس کے لیے ضرور ہے کہ $A = -A$ اور $B = -B$ پس پرت خواہ نوع اول کی ہو یا نوع دوم کی ہر صورت میں پردہ پر تنویر ایک ہی ہوتی ہے۔ یعنی انکسار نور کی شکلیں ایک ہوتی ہیں فرق صرف یہ ہوتا ہے کہ پرتوں کے برائے سے تنویر کی حامل ہیئت 180° میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ اسے اکلیل یا کورونے - چاند سورج اور تیز روشنی والے چراغوں کے گرد بعض اوقات جو رنگین دائرے نظر آتے ہیں اور انگریزی میں (Coronæ) کہلاتے ہیں اسی انکسار نور ہی سے پیدا ہوتے ہیں۔ ہم ان کے لیے اکلیل نام تجویز کرتے ہیں۔ ان کو ہالو (Halo) نہیں کہہ سکتے اس لیے کہ ہالے چاند سورج کے گرد مدھم سفید رنگ کے وسیع حلقے ہیں۔ ان کا نصف قطر تقریباً $\frac{1}{2}^\circ$ ہوتا ہے اور ان کا باعث برف کی ہمین قساموں کا

انتشار نور ہے۔ کبھی کبھی یہ حلقے رنگین بھی ہوتے ہیں۔ لیکن ان حلقوں کا بیرونی حاشیہ سُرخ ہوتا ہے اور اندرونی سبز۔ اس کے برعکس اکلیل روشن دائروں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ ان کا اندرونی دائرہ سبز یا بعض اوقات زردی مائل ہوتا ہے اور بیرونی حلقہ سُرخ۔ اکلیل پانی کے چھوٹے قطروں کے انکسار نور کی وجہ سے نظر آتے ہیں جو ابر یا کُہر کی نسبت پتلی چادروں میں معلق رہتے ہیں قطرے جتنے چھوٹے ہونگے اکلیل کا قطر بڑا ہوگا۔ ریشہ نما (Cirrus) ابروں سے چاند کے گرد جو اکلیل پیدا ہوتے ہیں ان کے سب سے اندرونی دائرہ کا رنگ عموماً زردی مائل سفید ہوتا ہے ان کے بیرونی سُرخ حلقہ کا قطر ۳ اور ۴ درجوں کے مابین پایا جاتا ہے۔ ریشہ نما ابر اس ملک میں بارہ کلومیٹر بلندی پر واقع ہوتے ہیں۔ طبق نما (Stratus) ابر ان سے بہت کمتر بلندیوں پر صورت پذیر ہوتے ہیں اور ان سے جو اکلیل بنتے ہیں ان کے بیرونی سُرخ حلقوں کا قطر ۷ اور ۸ درجوں کے درمیان ہوتا ہے۔ کبھی کبھی بغیر نمایاں ابر یا کُہر کے بھی چاند اور مصنوعی مبدائے نور کے گرد رنگین اکلیل دکھائی دیتے ہیں۔ اُس وقت عموماً ہوا سرد اور مرطوب پائی جاتی ہے۔ ان کی پیدائش بھی قطراتِ آب کے انکسار نور پر منحصر ہے۔ اگر سردیوں کے موسم میں ایک شیشہ کی تختی کو جو رنگین نہوٹنہ کے سامنے رکھ کر سانس باہر پھونکا جائے تو سانس کے ساتھ مرطوب ہوا خارج ہو کر سرد شیشہ پر بہت ہی چھوٹے پانی کے قطروں کی ایک پتلی ”جھلی“ جمادیگی۔ اب اگر اس تختی کو کسی مبدائے نور کے سامنے رکھ کر دیکھیں تو بہت ہی خوبصورت اکلیل دکھائی دینگے تختی پر کے قطراتِ آب علی بنخیر کی وجہ سے بہت جلد چھوٹے ہوتے جائینگے اور اس کے ساتھ اکلیل کے دائروں کے قطر اور ان کے رنگ بھی تبدیل ہوتے جائینگے۔

طبعی یا مصنوعی ذرائع سے جو اکلیل نظر آتے ہیں ان میں بعض اوقات دوسرے اور تیسرے رتبہ (Order) کے لطیف بھی پائے جاتے ہیں۔ ایک رتبہ کے آخری طبعی حلقے اور اس کے بعد کے رتبہ کے پہلے حلقے کے بیچ میں اکثر ایک سیاہ حلقہ بھی دکھائی دیتا ہے۔

اکلیل خواہ وہ مرنی ابر کی وجہ سے پیدا ہوں یا غیر مرنی قطرات آب کی وجہ سے ہوا کی مرطوبیت اور تپش کے ساتھ فوراً تبدیل ہوتے ہیں۔ مولف کتاب نے ان کو ہوا کی جوتیاتی (Meteorological) کیفیت کی تبدیلی کے ساتھ اپنی آنکھوں کے سامنے منتہ تبدیل ہوتے اور مٹتے ہوئے دیکھا ہے۔ ان کے مشاہدہ سے بہت مفید معلومات فراہم ہو سکتے ہیں۔

نور کا چھوٹے ذرات کے اثر سے بکھرنا اور آسمان کے

نیلے رنگ کی توجیہ۔ دھوپ کے نیلے رنگ سے ہر کوئی واقف ہے۔ اس کے ہمیں طوس ذرات آفتاب کی روشنی کو بکھیر کر منتشر کر دیتے ہیں۔ سب سے کم طول موج کا نور سب سے زیادہ بکھرتا ہے۔ ٹنڈل (Tyndall) نے ایک شیشے کی نلی میں نائٹرائٹ آف بیوٹل (Nitrite of butyl) کے بخار اور ہیڈروکلورک گیس کو لپٹ دباؤ کے تحت ملنے دیا۔ اس بلاپ سے ہمیں ذرات ابر کی صودت میں رونما ہوئے۔ ان ذرات کو ایک قوسی لیمپ کی تیز روشنی سے منور کر کے نلی کے بازوؤں سے نور پر ذرات کا اثر مشاہدہ کیا تو معلوم ہوا کہ مردور وقت کے ساتھ بتدریج ان ذرات کی جسامت میں اضافہ ہوتا گیا اور جب یہ ایک معین جسامت اختیار کر چکے تو ان کے اثر سے قوسی لیمپ کا نور بکھیر کر منتشر ہو گیا اور نلی کے بازوؤں سے آسمانی نیلا رنگ نہایت خوبی کے ساتھ دکھائی دینے لگا۔ آفتاب کو طلوع یا غروب کے وقت دیکھتے ہیں تو ہمیں اس کا رنگ سرخ دکھائی دیتا ہے۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ ان اوقات میں آفتاب کی شعاعیں ہوا میں سے زیادہ لمبا رستہ طے کر کے آتی ہیں اور اس لیے اس کے نور کے نیلے رنگ کے اجزاء بازوؤں میں بکھر جاتے ہیں باقی ماندہ اجزاء جو زیادہ تر سرخ رنگ پر مشتمل ہوتے ہیں ہم تک پہنچتے ہیں تو ہمیں آفتاب سرخ رنگ کا دکھائی دیتا ہے۔ کم طول موج کی یعنی نیلے رنگ کی شعاعیں آفتاب سے اگر زمین کے کڑھ ہوئی ہیں بکھر جاتی ہیں اور ان کی وجہ سے ہمیں نیلے رنگ کا آسمان دکھائی دیتا ہے۔

متونی لارڈ ریلے (Rayleigh) نے بتایا کہ اس نیلے رنگ کے آسمان

کے لیے ہوا میں بیرونی ذرات کا موجود ہونا ضروری نہیں ہے۔ بلند سے بلند پہاڑ کی چوٹی پر سے بھی اگر دیکھا جائے تو آسمان نیلکوں نظر آئیگا۔ موسکو سے جنوری ۱۹۴۷ء میں یو۔ یس۔ یس۔ آر۔ اسٹریٹوسفیئر (U. S. S. R. Stratosphere) نامی غبارہ میں جن لوگوں نے سفر کیا ہے ان کے مشاہدات سے ظاہر ہوتا ہے کہ تقریباً $\frac{1}{8}$ میل کی بلندی پر سے آسمان نیلا دکھائی دیتا ہے۔ ۸ میل بلندی پر پہاڑ بنفشی ۱۳ میل بلندی پر سیاہ بنفشی اور $\frac{1}{4}$ ۱۳ میل سے زائد بلندی پر سیاہ بھورا۔ ان بلندیوں پر خود ہوا کے سالمات ذرات کی طرح نور کو کبھیر دیتے ہیں۔

اگر ایسی بلندی پر سے مشاہدہ ممکن ہو جہاں ہوا انتہا درجہ رقیق ہو گئی ہو تو آسمان کی سیاہی اور بھی بڑھ جائیگی۔ ہمیں معلوم ہے کہ چاند کے گرد گڑھ ہوائی نام کو بھی موجود ہیں ہے وہاں سے اگر کوئی مشاہدہ کر سکتا ہے تو اس کو آسمان قطعاً سیاہ نظر آئیگا۔ اور دن کے وقت بھی سیارے دکھائی دیں گے۔

ذرات کے اثر سے چونکہ آفتاب کا نور زمین تک پہنچنے پہنچتے بنفشی اور نیلے رنگ کا بہت بڑا جزو کھو دیتا ہے اس لیے دور کے پہاڑوں یا میدانوں کا فوٹو جب معمولی فوٹو گرافی کی تختیوں پر لیتے ہیں (جو بنفشی اور بالائے بنفشی شعاعوں کے لیے حساس ہوتی ہیں) تو تصویر دھندلی پائی جاتی ہے۔ اس کے برعکس اگر ایسی تختیاں استعمال کی جائیں جو پائین سرخ شعاعوں کے لیے حساس ہوں تو تصویر بہت واضح برآمد ہوتی ہے۔ زمین کی تفصیل اس کے لٹیب و فراز وغیرہ سب اچھی طرح دکھائی دیتے ہیں اسی لیے انفراریڈ فوٹو گرافی (Infra-red Photography) سے ان دنوں بہت مفید کام لیے جا رہے ہیں۔ مثلاً آئس برگ (تخ کے پہاڑ جو سمندر میں ادھر ادھر بھٹکتے پھرتے ہیں) کا کٹر میں جہاز کے قریب آ جانے سے پہلے پہچان لیا جانا، دن کے وقت ایکٹنگ کر کے سینما کمپنیوں کے لیے رات کے منظر تیار کرنا، جنگ کے زمانہ میں ہوائی جہازوں پر سے دشمن کے ملک کے سیکڑوں میل تک کے تفصیلی حالات معلوم کر لینا، وغیرہ وغیرہ۔

زور کے اس طرح کبھرنے کے لیے ضرور ہے کہ واسطہ خواہ کیسی ہو یا مانع جو ذرات اس میں معلق ہوں ان کا انعطاف نما واسطہ کے

الغلاف نما سے مختلف ہو۔ بکھرے ہوئے نور کا نہ صرف طول موج چھوٹا ہوتا ہے بلکہ وہ مقطب بھی ہوتا ہے چونکہ مسئلہ تقطیب نور (Polarization) پر ہم کسی آئینہ باب میں بحث کر چکے اس لیے یہاں اس کا ذکر نہیں کیا جاتا ہے۔ متوفی لارڈ ریلے نے اس طرح بکھرے ہوئے نور کی حدت کے لیے جو ضابطہ نور کے برقی مقناطیسی نظریہ کے ذریعہ حاصل کیا ذیل میں درج کیا جاتا ہے۔

$$H = \frac{(n_1^2 - n_2^2)}{2} (1 + \cos \theta) \frac{n_1^2}{n_2^2} \frac{\pi}{2}$$

اس ضابطہ میں θ واقع نور کی حدت ہے۔ n_1 اور n_2 علی الترتیب ذرات اور واسطہ کی مناظری کثافت ہے۔ یہ وہ زاویہ ہے جو بکھرے ہوئے نور کی شعاعیں واقع شعاعوں کے ساتھ بناتی ہیں۔ n ذرات کی تعداد فی اکائی حجم واسطہ ہے۔ H ان ذرات کا اوسط حجم، λ واقع نور کا طول موج اور F ذرات سے اُس مقام کا فاصلہ جہاں بکھرے ہوئے نور کی حدت مطلوب ہے۔

اس ضابطہ میں H کو H' اور F کے ساتھ جو تعلق ہے طریقہ ابعاد کے ذریعہ باسانی دریافت کر لیا جاسکتا ہے۔

چوتھا باب

مناظری طیوف۔ اُن کی تشریح و توجیہ

مناظری طیف نگاری کا سنگ بنیاد انیسویں صدی میں رکھا گیا جبکہ کرخِ خوف (Kirchhoff) نے آفتاب کے طیف کے فراڈن ہوفر (Fraunhofer) والے انجذابی خطوط کی صحیح توجیہ کی۔ مختلف عناصر کے معمولی اخراجی (emission) طیوف کے نوٹو گراف کا مطالعہ کرنے سے معلوم ہوا کہ ان میں بآسانی امتیاز ہو سکتا ہے اور اس امتیاز کے ذریعہ ان کی شناخت کا ایک نہایت مفید اور راسخ طریقہ ہاتھ آیا۔ اس کے بعد معلوم ہوا کہ ایک ہی عنصر کے مختلف حالتوں میں، مختلف طیوف بنتے ہیں۔ اور تجربی آلات کی ترقی کے ساتھ ان طیوف کے اختلافات کی باریکیاں بھی مشاہدہ ہونے لگیں۔ طیف نگاری تجربوں سے اس طرح جو مشاہدات قلمبند کیے گئے اس کثرت اور وسعت کے ثبوت ہوئے کہ ان کا باہمی ربط اور تعلق دریافت کرنے میں ابتداء بڑی دقیق محسوس ہوئی۔ سب سے ہلکا اور سادہ ترین عنصر ہائیڈروجن گیس ہے۔ مشاہدات سے پتہ چلا کہ ہائیڈروجن ہی کا مناظری طیف دیگر عناصر کے طیوف کی نسبت سادہ ترین ہے۔ باہر (Balmer) نے مشاہدے میں دریافت کیا کہ اُس وقت تک ہائیڈروجن کے جو نو طیفی خط تجربہ خانوں میں مشاہدہ ہوئے تھے

اور سر ولیم ہگگنز (Sir W. Huggins) نے مزید پانچ خط شعراء ستارہ (Sirius) کے طیف میں نوڈ گراف کیے تھے ان کے طول موج مندرجہ ذیل ضابطہ سے محسوب ہو سکتے ہیں :-

$$\lambda = 262516 - \frac{m}{m-2}$$

جس میں m کی علی الترتیب ۳، ۴، ۵، وغیرہ قیمتیں ہیں اور λ انگسٹروم اکائیوں میں ان قیمتوں کے متناظر طیفی خطوں کا طول موج ہے۔ ضابطہ سے ظاہر ہے کہ m کی قیمت جیسے جیسے بڑھتی ہے دو متصل خطوں کا درمیانی فاصلہ گھٹتا جاتا ہے۔ ان خطوں کا گویا ایک سلسلہ پایا جاتا ہے جو باہر کے طیفی سلسلہ کے نام سے مشہور ہے۔ مستقل عدد ۲۶۲۵۱۶ سلسلہ کے پہلے چار خطوں کے مطالعہ سے مستنبط کیا گیا اور سلسلہ مذکور کا ”سر“ (head) کہلاتا ہے۔ درحقیقت یہ اس سلسلہ کے انتہائی خط کا انگسٹروم اکائیوں میں طول موج ہے جو m کی قیمت کو ∞ مان کر محسوب کیا جاتا ہے۔

کیپسیر اور رینگے (Kaysr and Runge) ’رڈ برگ

(Rydberg) اور دیگر اشخاص نے ایسے دوسرے خطی طیف کا بغور مشاہدہ کر کے دریافت کیا کہ ان طیف میں بھی ایسے سلسلے موجود ہیں جو باہر والے ہائیڈروجن کے سلسلے کے مشابہ ہیں۔ اور اس کی طرح کمتر طول موج کی جانب مستحق ہوتے ہوئے ”سروں“ پر ختم ہوتے ہیں۔ بعض سلسلوں کے سر مشترک پائے گئے یعنی ان کے استدقاق کے مقام مشترک ثابت ہوئے بعض سلسلوں کے خطوط اکہرے ہیں جیسے ہیلیم کے طیف میں بعض کے دوسرے جیسے قلوبی دھاتوں کے طیف میں اور بعض تہرے جیسے قلوبی میٹلوں کی دھاتوں کے طیف میں۔

بجائے طول موج کے اگر موج عدد (Wave number) یعنی فی اکائی سنٹی میٹر موجوں کی تعداد محسوب کی جائے تو باہر کا ضابطہ ذیل کی شکل اختیار کرتا ہے :-

$$ع = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{8.70 \times 10^3 \times 3.9 \times 10^8} \left(\frac{2}{m} - \frac{1}{m} \right) \text{ سمر}^{-1}$$

اس لیے کہ ایک انگسٹروم = 10^{-10} سمر

$$پس ع = \frac{10^{-10}}{3 \times 4 \times 11 \times 3} \left(\frac{2}{m} - 1 \right)$$

$$یعنی ع = \frac{10^{-10}}{91152} \left(\frac{1}{m} - \frac{1}{2m} \right) \text{ سمر}^{-1}$$

$$۵. ع = \left(\frac{1}{2m} - \frac{1}{m} \right) 1.09421 \text{ سمر}^{-1}$$

$$یا ع = 24230.53 - \frac{1.09421}{m} \text{ سمر}^{-1}$$

باہر سلسلہ کے طیفی خط کے موج عدد کے لیے آخری دو ضابطے مناسب ترین شکل میں لکھے گئے ہیں۔ مستقل عدد ۱۰۹۴۲۱ ہائیڈروجن کے طیفی سلسلوں کا مستقل ہے اور چونکہ ریڈ برگ نے بتایا کہ نہ صرف ہائیڈروجن کے دوسرے طیفی سلسلوں کے ضابطوں میں بھی مستقل موجود ہے بلکہ دیگر عناصر کے طیفی سلسلوں کے لیے بھی مستقل دریافت ہوئے ہیں اسی ۱۰۹۴۲۱ کے تقریباً مساوی ہیں اس لیے اس کو ریڈ برگ کا مستقل کہتے ہیں اور عام طور پر H لکھتے ہیں۔ ہائیڈروجن سے متعلق ریڈ برگ والا مستقل H لکھا جاتا ہے اور ہیلیم سے متعلق He وغیرہ۔

H کی صحیح ترقیمت ۱۰۹۶۷۷۵۵۹ سمر ہے اور He کی ۱۰۹۶۷۷۵۵۹ سمر غصہ کے ذرات جو ہر کی زیادتی کے ساتھ اس کے ریڈ برگ والے مستقل کی قیمت لکھتی ہے۔

(واضح ہو کہ مندرجہ بالا سب سے آخر ضابطے میں ۲۴۳۰۵۳ ہائیڈروجن کے باہر والے طیفی سلسلے کے ”سمر“ کا موج عدد ہے۔)

لائمان (Lyman) نے خلائی طیف نگار استعمال کر کے

ہائیڈروجن کا ایک طیفی سلسلہ بالائے بنفشی حصہ میں دریافت کیا جو اس کے نام سے مشہور ہے۔ اسی طرح پیشن (Paschen) نے طیف کے پائین سرخ حصہ میں ایک اور سلسلہ دریافت کیا اور حال میں بریکٹ (Bracket) نے پائین سرخ کے انتہائی حصہ میں ایک دوسرا اور سلسلہ فیل میں ہائیڈروجن کے ان تمام سلسلوں کے ضابطے درج ہیں :-

اگر ان طیفی سلسلوں کا عام ضابطہ $\frac{1}{H} = \left(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ لکھا جائے تو

لائمان کے سلسلہ میں $1 = \frac{1}{H}$ اور $m = 2, 3, 4, 5, \dots$
 باہر $2 = \frac{1}{H}$ اور $m = 3, 4, 5, 6, \dots$
 پیشن $3 = \frac{1}{H}$ اور $m = 4, 5, 6, 7, \dots$
 بریکٹ $4 = \frac{1}{H}$ اور $m = 5, 6, 7, 8, \dots$

آر۔ ڈبلیو۔ ووڈ (R.W. Wood) نے سنہ ۱۹۱۸ء میں ایک میٹر

لمبی اور، ملی میٹر قطر کی ٹی کے ایک سرے میں سے برق پاشیدگی کے ذریعہ تیار کی ہوئی مرطوب ہائیڈروجن گیس داخل کر کے دوسرے سرے سے اس کو خارج کیا۔ گیس کا دباؤ ایسا تھا کہ اس میں سے جب برقی اخراج منفی برقیہ کے پاس واقع ہوا تو کروکس (Crookes) کی سیاہ فضاء تقریباً ۲ ملی میٹر لمبی تھی۔ ٹی کو متشاکلاً دو جگہوں سے علی التوائاً موڑ کر صرف اس کے وسطی حصہ کی تصویر سے پیدا ہونے والے طیف کا طیف نگار میں مطالعہ کیا۔ حالات مذکور میں وسطی حصہ کی تصویر کا رنگ آتشی ارغوانی تھا۔ اس طریقہ عمل سے ہائیڈروجن کا خالص طیف حاصل ہو سکا اور باہر سلسلہ کے ۲۲ طیفی خطوں کے فوٹو گراف لیے جاسکے۔ برقی اخراج کے لیے ۲۰ ہزار وولٹ کا مبدل (Transformer) استعمال کرنا پڑا اور برقی رو کی قیمت $\frac{1}{4}$ امپیر تھی۔

ستاروں کے گڑھ ہوائی میں نہ صرف تپش بہت بلند ہے بلکہ کثافت بھی انتہا درجہ کم ہے۔ ان حالات ہی کے تحت طیفی سلسلوں کے وہ خطوط جو باہر اور

اس کے مائل ضابطوں میں م کی بڑی قیمتوں سے متعلق ہیں ظہور پذیر ہوتے ہیں۔ مختلف عناصر کے طبیعی خطوط کے طول موج کا مطالعہ کر کے ریڈ برگ نے بڑی محنت کے بعد ثابت کیا کہ ذیل کی شکل کے ضابطے سے تمام طبیعی سلسلوں کے موج عددوں کی تعبیر ہو سکتی ہے۔ اور اس سے جو نتائج برآمد ہوتے ہیں مشاہدہ شدہ نتائج سے بخوبی منطبق ہوتے ہیں، صرف خفیف سی ترتیبی خطائیں (Systematic errors) رہ جاتی ہیں :-

$$E = E_0 - \frac{E_0^2}{2(m + m_0)}$$

مستقل اعداد E_0 اور m خاص خاص سلسلوں کے لیے معیاری جدول کی مدد سے دریافت کیے گئے۔ مثلاً سوڈیم کے منتشر طبیعی سلسلے کے خطوط کے موج عددوں کی تعبیر کے لیے ہم تقریبی ضابطہ

$$E = 22240 - \frac{109649}{2(0.2986) + m}$$

استعمال کر سکتے ہیں۔ یہ سلسلہ موج عدد 22240 پر مستند ہوتا ہے جیسا کہ ضابطہ میں $m = \infty$ لکھنے سے واضح ہوتا ہے۔

$$E = E_0 - \frac{E_0^2}{2(m + m_0 + \frac{m_0^2}{m})}$$

جس میں E_0 ، m اور m_0 تین مستقل عدد ہیں۔ استعمال کرنے سے حسابی اور تجربی نتائج میں بہتر انطباق پایا جاتا ہے۔

طبیعی سلسلوں کے مابین روابط۔ ریڈ برگ نے طبیعی سلسلوں میں اختیار کر کے ان کی تین قسمیں قرار دی تھیں جن کو ہم ان کے انگریزی ناموں Principal، Sharp اور Diffuse کی مناسبت سے عدد تیز اور منتشر کہہ سکتے ہیں۔ بعد کو برگمان (Bergmann) 'ویفر' نے ان کے علاوہ ایک اور قسم دریافت کی جو Fundamental

یہ ساسی یا برنگان کے نام سے مشہور ہے۔ طبعی نگاری کی اہمیت اور روز افزوں ترقی کی وجہ سے ہم مناسب سمجھتے ہیں کہ ان سلسلوں کے لیے وہی علامتیں اور طریقے کتابت استعمال کیے جائیں جو انگریزی میں مستعمل ہیں۔ ہماری اس مختصر بحث کے لیے پروفیسر الفریڈ فاؤلر (A. Fowler) کا مجوزہ طریقہ کتابت خصوصیت کے ساتھ مفید معلوم ہوتا ہے اس لیے ہم اسی کو اختیار کریں گے۔

رڈ بولگ والا ضابطہ ان تمام سلسلوں کی ترجمانی کے لیے کافی صحت کے ساتھ استعمال کیا جاسکتا ہے۔ ان کی تفصیل اور پرج ذیل ہے :-

$$P(m) = P_{\infty} - \frac{R_{\infty}}{(m+P)^2} \quad \text{یعنی} \quad \frac{1}{r(m+P)} - \frac{1}{\infty} = (m) \text{ ص}$$

$$S(m) = S_{\infty} - \frac{R_{\infty}}{(m+S)^2} \quad \text{،} \quad \frac{1}{r(m+S)} - \frac{1}{\infty} = (m) \text{ ت}$$

$$D(m) = D_{\infty} - \frac{R_{\infty}}{(m+D)^2} \quad \text{،} \quad \frac{1}{r(m+D)} - \frac{1}{\infty} = (m) \text{ د}$$

$$F(m) = F_{\infty} - \frac{R_{\infty}}{(m+F)^2} \quad \text{،} \quad \frac{1}{r(m+F)} - \frac{1}{\infty} = (m) \text{ ف}$$

بطور نمونہ ہم صدر سلسلہ کی علامتوں کی توضیح کرتے ہیں $P(m)$ سے مراد م - دیں طبعی خطا کا موج عدد (ع) ہے۔ (یہ ضرور نہیں کہ م عدد (۱) ہی سے شروع ہو جیسا کہ ہائیڈروجن کے جلاطینی سلسلوں سے استثنائے لائنمان سلسلہ واضح ہے) - P_{∞} سے مراد ع یعنی طبعی سلسلہ کے سر کا موج عدد ہے جس کے لیے م کی قیمت ∞ ہے اور P رڈ بولگ والا ضابطہ کا ∞ یعنی م ہے جو ایک چھوٹا مستقل عدد ہے جس کی اہمیت م کی ترقی کے ساتھ گھٹتی جاتی ہے۔

اکیہرے (Singlet) خطوط کے سلسلوں کے لیے پروفیسر فاؤلر نے بڑے انگریزی حروف، جی P ، S ، D اور F تجویز کیے ،

دُہرے (doublet) خطوط کے سلسلوں کے لیے یونانی حروف تہجی
(δ_2, δ_1) (σ_2, σ_1) (π_2, π_1) اور (ϕ_2, ϕ_1) اور تہرے (triplet)
خطوط کے لیے چھوٹے انگریزی حروف مثلاً 'p₃' 'p₂' 'p₁' وغیرہ تجویز کیے۔
واضح ہو کہ ان تہرے خطوط میں حرف تہجی کے بازو عدد (۱) سب سے زیادہ مدت
کے طیفی خطوں کے لیے استعمال کیا جاتا ہے۔

$$P(m) = P_{\infty} - \frac{R_{\infty}}{(m+P)^2}$$

$$P(m) = P_{\infty} - mP$$

اس طرح دُوسرے سلسلوں کے لئے اس کے مائل مختصر طریقہ کتابت متعارف ہے
مثلاً ضابطہ $\delta_2(m) = \delta_{2\infty} - m\delta_2$ دُہرے خطوط کے سلسلہ کے دو نم خطوں کے لئے استعمال ہوتا ہے
صدرا تیز اور منتشر خطوط کے سلسلوں کے
باہمی ارتباط - ایک ہی عنصر کے مختلف اقسام کے طیفوں میں بعض باہمی روابط
دریافت ہوئے ہیں جن سے طیفی سلسلوں کے طریقہ کتابت میں بہت سہولت
عمل میں لائی جاسکتی ہے اور ان سلسلوں کے متعلق مشترک اساسی کلیتوں کا
پتہ چلتا ہے۔ ذیل میں بطور مثال فاؤ لر کے دیے ہوئے لیتھیم کے سلسلے
پیش کرتے ہیں جو زیادہ تر رڈ برگ ہی کی تحقیقات پر مبنی ہیں۔ اگرچہ لیتھیم کے طیف
کے خط دراصل دُہرے ہیں لیکن ہم یہاں ان دُہرے خطوط کے موج عددوں کے
درمیانی تخفیف تفاوتوں کو نظر انداز کر کے ان کی تقریبی قیمتیں قلمبند کرتے ہیں
اور ان کے ذریعہ لیتھیم کے طیفی سلسلوں کے باہمی روابط ظاہر کرتے ہیں :-
(۱) تیز اور منتشر سلسلوں کے استقامتی موج عددوں میں ربط -

$$P(m) = 43488 - \frac{109721 \cdot 6}{(m+0.9596)^2} \quad (m=1, 2, 3, \dots)$$

$$S(m) = 28601 - \frac{109721 \cdot 6}{(m+0.5951)^2} \quad (m=2, 3, 4, \dots)$$

$$D(m) = 28509 - \frac{109721 \cdot 6}{(m+0.9974)^2} \quad (m=2, 3, 4, \dots)$$

ان ضابطوں پر نفاذ سا خود کرنے سے معلوم ہو گا کہ تیز اور منتشر خطوط کے سلسلوں کے استقامتی موج عدد یعنی S_{∞} اور D_{∞} قریب قریب مساوی ہیں

$$S_{\infty} = D_{\infty} \quad \text{یا} \quad \frac{R_{\infty}}{(1+S)^2} = \frac{R_{\infty}}{(1+P)^2}$$

(۲) صدر اور تیز سلسلوں کے استقامتی موج عددوں میں ربط - لیتیم کے صدر سلسلے کے ضابطہ کی تغیر پذیر رقم میں اگر $m =$ لکھیں تو موج عدد اس کے تیز سلسلے کے استقامتی موج عدد کے تقریباً مساوی ہو جاتا ہے۔ اگر لیتیم کے تیز سلسلے کے ضابطہ کے ساتھ بھی یہی برتاؤ کریں تو موج عدد صدر سلسلے کے استقامتی موج عدد کے تقریباً مساوی ہو جاتا ہے۔ چنانچہ

$$\frac{R_{\infty}}{(1+0.9596)^2} = 28573 \quad \text{اور} \quad \frac{R_{\infty}}{(1+0.5951)^2} = 43124$$

واضح ہے کہ ۲۸۵۷۳ موج عدد ۲۸۶۰۱ کے قریب قریب مساوی ہے جو تیز سلسلے کا استقامتی موج عدد ہے اور اس طرح ۴۳۱۲۴ صدر سلسلے کے استقامتی موج عدد ۴۳۲۸۸ کے تقریباً مساوی ہے۔ پس

$$P_{\infty} = \frac{R_{\infty}}{(1+S)^2} \quad \text{اور} \quad S_{\infty} = \frac{R_{\infty}}{(1+P)^2}$$

پس صدر تیز اور منتشر سلسلوں کے ضابطوں کو ہمیشگی شکل ذیل لکھ سکتے ہیں:-

$$P(m) = \frac{R_{\infty}}{(1+S)^2} - \frac{R_{\infty}}{(m+P)^2}$$

$$S(m) = \frac{R_{\infty}}{(1+P)^2} - \frac{R_{\infty}}{(m+S)^2}$$

$$D(m) = \frac{R_{\infty}}{(1+P)^2} - \frac{R_{\infty}}{(m+D)^2}$$

یا اگر اختصاری طریقہ کتابت سے کام لیا جائے تو

$$P(m) = 1S - mP ; S(m) = 1P - mS ; D(m) = 1P - mD$$

(۳) اساسی اور منتشر سلسلوں کے استدقاقی موج عددوں میں ربط -
 تنظیم کے اساسی سلسلہ کا اختصاری ضابطہ ہے :-

$$F(m) = 12203 \cdot 1 - mF$$

اگر اس کے منتشر سلسلہ کے ضابطہ کی تفسیر پذیر رقم میں $m = 2$ لکھیں تو

$$\frac{109721.6}{(2 + 0.9974)^2} = 12212$$

جو اساسی سلسلہ کے استدقاقی موج عدد کے تقریباً مساوی ہے۔ پس مندرجہ بالا صدر تیز اور منتشر سلسلوں کے ضابطوں کے ساتھ یہ اساسی سلسلہ بھی شریک کر دیا جاسکتا ہے :-

$$F(m) = \frac{R_{\infty}}{(2+D)^2} - \frac{R_{\infty}}{(m+F)^2}$$

$$F(m) = 2D - mF. \quad \text{یا مختصراً}$$

تنظیم کے ان چار سلسلوں کے ضابطوں پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ طیفی خطوں کے موج عدد دو رقموں کے تفاوت کے مساوی ہیں۔ پہلی رقم میں m کی قیمت معینہ ہوتی ہے (جیسے ۱ یا ۲) اور دوسری رقم میں خط کے ترتیب واری عدد کے ساتھ m کی قیمتیں علی التواتر بڑھتی جاتی ہیں۔ جیسے $m = 1, 2, 3, \dots$ پس کسی سلسلہ کو اس کی نوعیت کی مناسبت سے محض اس کے متعلقہ حرف جیسے P یا S یا D یا F کے ذریعہ ظاہر کرنے کے عوض علی الترتیب $(S-P)$ یا $(P-S)$ یا $(P-D)$ یا $(D-F)$ کے ذریعہ ظاہر کر سکتے ہیں۔

رڈ برگ - شو سٹر کلیہ - چونکہ صدر سلسلے کے ضابطے $P(m) = 1S - mP$ میں طیفی خط کا موج عدد $P(1) = 1S - 1P$ ہے اور ابھی ابھی ہم نے بتایا ہے کہ $1S$ صدر سلسلہ کا استدقاقی موج عدد ہے

اور IF تیز اور منتشر سلسلوں کا مشترک استقامتی موج عدد ہے۔ لہذا صدر سلسلہ کے پہلے تھکا موج عدد اس سلسلہ کے استقامتی موج عدد اور تیز منتشر سلسلوں کے مشترک استقامتی موج عدد کے تفاوت کے مساوی ہے۔ یہ کلیہ مشہور ام میں ردِ بزرگ اور شوپنر نے آزادانہ شائع کیا۔

دوہرے خطوط کے سلسلوں میں ارتباط - بطور مثال

ہم سوڈیم کے طبیعی خطوط کے سلسلوں کو پیش کریں گے اس لیے کہ سوڈیم کے انجمن ابی طیف پر خصوصیت کے ساتھ کام ہوا ہے۔ اس کے صدر سلسلہ کا سب سے پہلا دہرا خط D_1 و D_2 مشہور خطوط پر مشتمل ہے۔ اس سلسلہ کے دوسرے دہرے خطوط طیف کے اور انہی بخشی صحت میں موجود ہیں۔ آر۔ ڈبلیو۔ ووڈ اور فیرٹریٹ (Fortrat) نے سلسلہ مذکور کے m خطوط دریافت کیے جن کے آخری خط کا مول موج اس سلسلہ کے "سر" کے طول موج سے صرف ۲ و ۱ انگسٹروم اکائی مختلف ہے۔ سوڈیم کے تیز اور منتشر سلسلوں کے خط تقریباً تمام کے تمام مرنی حصہ میں واقع ہیں اور اس کے اساسی سلسلہ کے خطوط طیف کے سرخ اور پائین سرخ حصہ میں۔

ذیل کی جدول میں چند موج عدد جو فاؤلر کے طبیعی سلسلوں کی رپورٹ سے نقل کیے گئے ہیں سوڈیم کے صدر، تیز اور منتشر سلسلوں کے دہرے خطوط $\pi_1, \pi_2, \pi_3, \sigma_1, \sigma_2$ اور δ_1, δ_2 سے متعلق ہیں۔ ہر سلسلہ کے پہلے خانہ میں m سے مراد اس سلسلہ کے خط کا ترتیبی عدد ہے۔ دوسرے خانہ میں m کی ہر قیمت کے ساتھ اس کے متعلقہ دہرے خط کے اجزائے ترکیبی کے موج عدد درج کیے گئے ہیں۔ اور تیسرے خانہ میں ان دہرے خطوں کے موج عددوں کا تفاوت بتایا گیا ہے۔

سوڈیم کے طیف کے مختلف سلسلوں والے
دھریے خطوط کے موج عدد اور ان کا تفاوت -

صدر سلسلہ (TT)			تیز سلسلہ (σ)			منتشر سلسلہ (δ)		
m	موج عدد	تفاوت	m	موج عدد	تفاوت	m	موج عدد	تفاوت
1	۱۹۹۷۳۵۳۵	۱۷۱۸	۲	۸۷۶۶۳۳	۱۹۷۹	۲	۱۲۱۹۹۶۳۸	۱۷۱۹
	۱۹۹۵۶۶۱۷			۸۷۸۳۶۱۳			۱۲۲۱۹۶۴۴	
۲	۳۰۲۷۶۵۸۹	۵۵۲۹	۳	۱۹۲۶۷۶۳۷	۱۷۱۷	۳	۱۷۵۷۵۵۳۰	۱۷۱۷
	۳۰۲۷۷۶۶۷			۱۹۲۶۷۶۵۳			۱۷۵۹۲۶۷۷	
۳	۳۵۰۳۶۶۴۹	۲۵۲۹	۴	۱۹۳۹۸۶۶۳	۱۷۱۷	۴	۲۰۰۹۳۶۶۰	۱۷۱۷
	۳۵۰۳۰۶۱۷			۱۹۴۱۵۶۵۱			۲۰۰۸۰۶۳۳	
۴	۳۷۶۹۷۶۷۰	۱۷۵۰	۵	۲۱۰۳۸۶۳۷	۱۷۱۸	۵	۲۱۴۱۳۶۷۳	۱۷۱۷
	۳۷۶۹۹۶۶۰			۲۱۰۵۵۶۵۵			۲۱۴۳۰۶۸۹	
۵	۳۸۵۴۱۶۵۴	۱۷۱۷	۶	۲۱۹۹۵۶۰۰	۱۷۱۸	۶	۲۲۲۶۷۶۱۱	۱۷۱۷
	۳۸۵۴۰۶۰۷			۲۲۰۱۲۶۱۸			۲۲۲۶۶۶۶۵	
∞	۴۱۴۴۹۶۰۰	∞	۲۴۴۷۵۶۷۵	۱۷۱۸	∞	۲۴۴۷۵۶۷۵	۱۷۱۸
	$= T_{\infty} \equiv 15$			۲۴۴۹۲۶۸۳			۲۴۴۹۲۶۸۳	

جدول سے واضح ہے کہ تیز سلسلہ اور منتشر سلسلہ کے سروں σ_{∞} اور δ_{∞} کے موج عدد ایک ہی ہیں اور ان کی قیمت ۲۴۴۷۵۶۷۵ سمتر $\equiv 15$ ہے اور اسی طرح σ_{∞} اور δ_{∞} کے موج عدد ایک ہی ہیں اور ان کی قیمت ۲۴۴۹۲۶۸۳ سمتر $\equiv 15$ ہے -
جدول کے ملاحظہ سے یہ بھی بخوبی ظاہر ہوتا ہے تیز اور منتشر سلسلوں کے

دُہرے خطوط کا تفاوت مستقل ہے اور ان سلسلوں کے "سروں" کے دُہرے خطوط کے تفاوت کے مساوی ہے۔ لہذا (۳) یعنی صدر سلسلہ کے دُہرے خطوط کا درمیانی تفاوت m کی زیادتی کے ساتھ مستقل اور جلد جلد گھٹتا جاتا ہے اور اس لیے $\pi_{1\infty}$ اور $\pi_{2\infty}$ دونوں کی قیمت ایک ہی ہے $= 214900$ سترہ اور ان کا طول موج $= 2149$ انگسٹروم۔

جدول سے یہ بھی ظاہر ہے کہ صدر سلسلہ کے دُہرے خطوط کی ترتیب بلحاظ قیمت موج عدد تیز اور منتشر سلسلوں کے دُہرے خطوط کی تناظر ترتیب کے برعکس ہے۔ اس کی ایک وجہ یہ ہے کہ رڈ برگ شو سلڈ والے کلیہ کی رُو سے صدر سلسلہ کا پہلا خط سلسلہ مذکور کے استقامتی موج عدد میں سے تیز اور منتشر سلسلوں کے مشترک استقامتی موج عدد کو وضع کرنے سے حاصل ہوتا ہے۔ چونکہ سوڈیم کے دُہرے خطوط کے دونوں صدر سلسلوں کا ایک ہی استقامتی موج عدد ہے اس لیے لازماً صدر سلسلہ کے پہلے دُہرے خط کا زائد موج عدد والا جزو ترکیبی P_{∞} میں سے کمتر موج عدد والا S_{∞} یا D_{∞} ومنع کرنے سے حاصل ہوگا۔ اس کے برعکس سلسلہ مذکور کے اُسی دُہرے خط کا کمتر موج عدد والا جزو ترکیبی P_{∞} میں سے زائد موج عدد والا S_{∞} یا D_{∞} وضع کرنے سے حاصل ہوگا۔

$$P_{\infty} = 1S \text{ اور } P(1) = 1S - IP \quad \text{بالفاظ دیگر چونکہ}$$

$$P(1) = P_{\infty} - S_{\infty} \quad \text{لہذا} \quad IP = S_{\infty} \text{ اور } D_{\infty} \text{ دونوں}$$

$$= P_{\infty} - D_{\infty}$$

$$\frac{214900}{2249283} \text{ اور}$$

$$\frac{214900}{224545}$$

ہم دیکھتے ہیں کہ

$$\pi_2(1) = 1995916 = \pi_1(1) = 1994635 =$$

خطوں کے اس انقلاب ترتیب کی طبعی نقطہ نظر سے اس طرح تصدیق ہوتی ہے کہ تیز اور منتشر سلسلوں کے دُہرے خطوط میں کمتر موج عدد کا جزو ترکیبی زیادہ حدت کا ہے لہذا اس کے برعکس صدر سلسلہ کے دُہرے خطوط میں

زائد موج عدد کا جزو ترکیبی زیادہ حد تک کم ہوتا ہے۔
صدر، تیز اور منتشر سلسلوں کے باہمی ارتباط کے لحاظ سے سوڈیم کے
ان دُہرے خطوط کے لیے حسب ذیل چھ ضابطے (اختصاری طریقہ پر)
لکھ سکتے ہیں :-

- (۱) پہلا صدر سلسلہ $\pi_1(m) = 10 - m\pi_1 \dots$
(۲) دوسرا " " $\pi_2(m) = 10 - m\pi_2 \dots$
(۳) پہلا تیز سلسلہ $\sigma_1(m) = 1\pi_1 - m\sigma \dots$
(۴) دوسرا " " $\sigma_2(m) = [1\pi_1 - \Delta\sigma] - m\sigma = 1\pi_2 - m\sigma \dots$
(۵) پہلا منتشر سلسلہ $\delta_1(m) = 1\pi_1 - m\delta \dots$
(۶) دوسرا " " $\delta_2(m) = [1\pi_1 - \Delta\sigma] - m\delta = 1\pi_2 - m\delta \dots$

واضح ہو کہ جو تھے اہل چھٹے ضابطے میں $\Delta\sigma$ سے مراد تیز اور
منتشر سلسلوں کے دُہرے خطوط کے اجزائے ترکیبی کا مستقل تفاوت
موج عدد ہے۔ جیسا کہ جدول سے ظاہر ہے۔

تہرے طیفی خطوط کے باہمی روابط - قوی ٹیوں

کی دعاؤں - یعنی میگنیشیم، کیلسیم، اسٹرونشیم اور بیریم کے طیف اور نیز
دیگر عناصر جیسے جیت، کیڈمیم اور پارکے کے طیف میں تہرے خطوط پائے جاتے
ہیں اور ان کے ساتھ اکہرے خطوط بھی ہوتے ہیں۔ تہرے خطوط کے سلسلے بھی
صدر، تیز اور منتشر اقسام کے ہوتے ہیں۔ ذیل میں ہم محض ان مختلف سلسلوں کے
باہمی روابط بیان کیے دیتے ہیں جن سے واضح ہو گا کہ یہ دُہرے خطوط کے
سلسلوں کے روابط کے مشابہ ہیں :-

- (۱) تینوں صدر سلسلے مستحق ہو کر ایک ہی موج عدد پر ختم
ہوتے ہیں جو تیز سلسلے کی ۱۵ رقم ہے۔
(۲) تیز اور منتشر سلسلوں کے تہرے خطوط کے اجزائے ترکیبی کے

موج عددی تفاوت سلسلہ متعلقہ کے مناظر اجزاء کے لیے ایک ہی ہوتے ہیں۔
 (۲) پہلا تیز اور پہلا منتشر سلسلہ مستحق ہو کر ایک ہی موج عدد پر ختم ہوتا ہے جو پہلے صدر سلسلہ کی رقم $\frac{R_{\infty}}{m+p_1}$ میں $m=1$ لکھنے سے حاصل ہوتا ہے اور جو مختصراً $(1p_1)$ لکھا جاتا ہے۔ اسی طرح دوسرا تیز اور دوسرا منتشر سلسلہ $(1p_2)$ پر مستحق ہوتا ہے اور تیسرا تیز اور تیسرا منتشر سلسلہ $(1p_3)$ پر۔

(۳) صدر سلسلہ کے تہرے خطوط کا سب سے بڑے موج عدد والا خط سب سے زیادہ حدت کا ہوتا ہے اور اس کے برعکس تیز اور منتشر سلسلوں کے تہرے خطوط کے سبب سے کمتر موج عدد والے خطوط سب سے زیادہ حدت کے ہوتے ہیں۔ مندرجہ ذیل مضابطے پہلے تین کلیوں کی توضیح کرتے ہیں:-

$$p_1(m) = 1s - mp_1$$

پہلا صدر سلسلہ

$$p_2(m) = 1s - mp_2$$

دوسرا

$$p_3(m) = 1s - mp_3$$

تیسرا

$$s_1(m) = 1p_1 - ms$$

پہلا تیز سلسلہ

$$s_2(m) = 1p_2 - ms$$

دوسرا

$$s_3(m) = 1p_3 - ms$$

تیسرا

$$d_1(m) = 1p_1 - md$$

پہلا منتشر سلسلہ

$$d_2(m) = 1p_2 - md$$

دوسرا

$$d_3(m) = 1p_3 - md$$

تیسرا

منتشر طیفی سلسلوں میں تابع خطوط (Satellites)

منتشر سلسلوں کے اکثر و بیشتر تہرے خطوط کے ساتھ مدغم تابع خطوط شاہدہ ہوتے ہیں جن کو انگریزی میں (Satellite) (تابع) کہتے ہیں۔ ان کی وجہ سے ان سلسلوں کے خطوط کم طاقت لیف پیمائوں میں بہت منتشر نظر آتے ہیں۔

دو ہرے خطوں میں ایک تابع زائد طول موج کے جزو ترکیبی کے ساتھ اس کے زائد طول موج کی جانب واقع ہوتا ہے اور جزو مذکور خود خفیف سا کمتر طول موج کی جانب ہٹا ہوا ہوتا ہے۔ یہ ہٹاؤ طیفی سلسلہ میں جیسے جیسے m کی قیمت بڑھتی ہے گھٹتا جاتا ہے۔ ہرے خطوں میں زائد طول موج کے جزو ترکیبی کے ساتھ دو تابع خط ہوتے ہیں، بیچ کے جزو کے ساتھ ایک تابع ہوتا ہے اور ہرے چھوٹے طول موج کے جزو کا کوئی تابع نہیں ہوتا۔ مناظری طیف کے نظریہ میں ان تابع خطوط کو بہت اہمیت حاصل ہے۔

ترکیبی خطوط اور ان کے سلسلے۔ طیفی سلسلوں کے جوڑا

بتائے گئے ہیں ان سے واضح ہے کہ کسی بھی طیفی خط کا موج عدد دو رقبوں کا تفاوت ہے۔ پہلی رقم ثابت یا سلسلہ کی حد یا سر کا موج عدد کہلاتی ہے۔ اور دوسری رقم تغیر پذیر ہے جس میں m کی قیمت کو مختلف صحیح اعداد کے مساوی لکھنے سے سلسلہ کے مختلف خطوں کا موج عدد محسوب ہوتا ہے۔ صدر تیز اور منتشر سلسلوں کے ضابطوں کی ثابت رقم کسی دوسرے سلسلہ کی متعلقہ تغیر پذیر رقم میں $m=1$ لکھنے سے حاصل ہوتی ہے۔ اور اساسی یا برگان والے سلسلوں کے ضابطوں میں $m=2$ لکھنے سے حاصل ہوتی ہے۔

رڈ برگ کو اس بات کا خیال ہوا اور بعد کو رٹس (Ritz) نے اس کی تصدیق کی کہ مصرعہ بالا چار سلسلوں کے خطوط کے علاوہ اور دوسرے سلسلے یا خطوط مشاہدہ ہو سکتے ہیں اگر ثابت رقم کے لیے کسی اور سلسلہ کی تغیر پذیر رقم میں m کی قیمت ۲ یا ۳ وغیرہ کے مساوی لکھی جائے اور اس کی تغیر پذیر رقم کے لیے m کی قیمت کوئی اور صحیح رقم مانی جائے۔ ایسے خط یا سلسلے ترکیبی کہلاتے ہیں۔ مثلاً سوڈیم کے پائین سرخ طیف میں $40180 = 2925$ موج عدد کا ایک خط موجود ہے جس کا ضابطہ ہے

$$\text{wave number} = \frac{R_{\infty}}{(2+\pi_1)^2} - \frac{R_{\infty}}{(3+\sigma)^2}$$

$$2,927 = 11,175 - 8,248$$

[یادداشت (۱)۔ مناظری طیفوں کے خطوط کے طول موج چونکہ بہت چھوٹے ہیں اس لیے ان کی پیمائش کے لیے طول کی اکائی بھی کافی چھوٹی ہونی چاہیے۔ جو اکائیاں مستقل ہیں ذیل میں ان کی صراحت کی جاتی ہے۔ اس تالیف میں ہم نے خصوصیت کے ساتھ انگریزوں کی اکائیاں استعمال کی ہیں۔

مائکرون (Micron) انگریزی علامت (μ) اردو علامت (مہ)

10^{-6} میٹر (یا 10^{-6} سنٹی میٹر) - (Micro = a millionth)

ملی مائکرون (Millimicron) μ (مہ مہ)

10^{-9} میٹر (یا 10^{-9} سنٹی میٹر یا 10^{-9} ملی میٹر) اس لیے مائکرو ملی میٹر بھی

کہلاتا ہے۔

انگریزوں Å (Angstrom) 10^{-10} میٹر = (Tenth metre)

(دسواں میٹر) 10^{-10} سنٹی میٹر۔

واضح ہو کہ لاشعاعوں (X-Rays) کا طول موج نور کے طول موج سے بھی بہت چھوٹا ہوتا ہے اس لیے ان کی پیمائش کی اکائی 10^{-10} میٹر یا 10^{-10} سنٹی میٹر ہے اور اس کے لیے انگریزی علامت (X.U.) ہے اور ہم اردو میں (لا-۲) تجویز کرتے ہیں۔

(۲) سنسٹیم فابری، پیرو اور بینواست

(Fabry, Perot and Benoit) نے کیڈمیم کے طیف کے سرخ خط کا

طول موج بڑی احتیاط سے اسپینڈر ڈیفینی معیاری) میٹر کی رقموں میں

ناپا تو معلوم ہوا کہ وہ ۶۴۹۹ و ۶۳۳۸ انگسٹروم ہے۔ اسی سال شمسی تحقیق کی انجمن بین الاقوام (انٹرنیشنل یونین فار سولر ریسرچ) نے کیدیم کے سرخ خط کے طول موج کی اسی قیمت کو بطیفی خطوط کے طول موج کی (Primary) معیار تسلیم کیا یعنی تمام طیفی خطوں کے طول موج کی پیمائش اسی بنیاد پر مبنی ہے کہ کیدیم کے سرخ طیفی خط کا طول موج ۶۳۳۸ و ۶۴۹۹ انگسٹروم ہے

عناصر کے جوہری خواص اور طیفی خطوں کے

سلسلوں کے مابین تعلق۔

طیفی سلسلوں کے عام ضابطہ پر نظر ڈالنے سے واضح ہوتا ہے کہ کسی بھی عنصر کے کوئی سے طیفی خط کا موج عدد دو رقموں کا تفاوت ہے۔ یہ رقمیں دو عددوں کی خارج قسمت ہیں جن کا شمار کنندہ (R_{∞}) ہر عنصر کے لیے ایک علیحدہ مستقل ہے۔ وزن جوہر کے ساتھ اس مستقل کی قیمت میں تبدیلی ہوتی ہے لیکن ہلکے سے ہلکے اور بھاری سے بھاری جوہر کے لیے بھی یہ تبدیلی ضعیف ہے۔ نسب نما سادہ شکل میں دو عددوں کے حاصل جمع کا مرتب ہے۔ پہلا عدد صحیح ہے اور دوسرا عدد عموماً اکائی سے چھوٹا اعشاریہ ہے۔ مثلاً ہائیڈروجن کے باہر والے سلسلہ کا بہت ہی صحیح ضابطہ جو فاؤلر کی رپورٹ میں دیا گیا ہے حسب ذیل ہے:

$$\text{wave number} = \frac{R_{\infty}}{(2 - 0.0000383)^2} - \frac{R_{\infty}}{(m + 0.0000210)^2}$$

[واضح ہو کہ ہائیڈروجن کے ضابطہ کی پہلی رقم میں شمار کنندہ دو عددوں کا حاصل تفریق ہے نہ کہ حاصل جمع] چونکہ موج عدد $\frac{1}{n}$ اور $\frac{1}{n'} = \text{تعدد}$ جس میں n = طول موج اور n' = رفتار نور۔

اگر تعدد $\frac{1}{n}$ کو پلانک (Planck) کے مستقل (جس کی علامت انگریزی زبان میں h اور اردو زبان میں $ہ$ ہے) سے ضرب دیا جائے تو چونکہ اس مستقل کے ابعاد توانائی \times وقت کے ہیں اور تعدد کے ابعاد $\frac{1}{\text{وقت}}$ کے

تو حاصل ضرب توانائی ہو گا یعنی ہر طیفی سلسلہ کا ایک ایک خط ایک خاص مقدار توانائی سے متعلق ہے جو دو رقموں کا تفاوت ہے۔ پہلی رقم سلسلہ کے لیے متعلق قیمت رکھتی ہے گویا ایک معین مقدار توانائی ہے۔ اور دوسری رقم بھی ایک دوسری مقدار توانائی ہے جس کی قیمت طیفی خط کے ساتھ بدلتی ہے۔

انگریزی کتابت میں تعدد کے لیے یونانی حرف تہجی (τ) لکھا جاتا ہے اور موج عدد کے لیے (σ)۔ پس باہر والے سلسلہ کا تقریبی ضابطہ

$$ch = R_{\infty} ch \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad (\sigma) \text{ لکھا جاسکتا ہے۔}$$

جس میں $c = \text{رفتار نور}$

زبان اردو میں اس کو ع سہ = دے سہ $\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{m^2} \right)$ لکھ سکتے ہیں۔

$$= \tau - \tau_1$$

جس میں τ اور τ_1 توانائی کی معین اور متغیر مقداریں ہیں۔

انہیں امور کو پیش نظر رکھ کر بوس (Bohr) نے طیفی خطوط کی توجیہ کے لیے اپنا مشہور نظریہ پیش کیا جس کا ہم عنقریب ذکر کریں گے۔

اگرچہ طیفی سلسلے دیکھنے کو بہت ہی پیچیدہ جوتے ہیں تاہم محققین نے محنت خاقت کے بعد ان کے لیے مصرحہ بالا ضابطے دریافت کر کے ان کے اندر بہت کچھ سادگی و باقاعدگی ثابت کر دی۔ اس کے بعد یہ کوشش کی گئی کہ جوہر بعض واضح خواص کے ساتھ ان سلسلوں کا ربط دریافت کیا جائے مثلاً یہ کہ فلز جوہر جوہری عدد یا جوہری حجم کے ساتھ ان کا کیا تعلق ہے۔

بہیں غرض جب جوہری عدد یا جوہری حجم کے لحاظ سے طیفی سلسلوں کے استقامتی موج عددوں کی ترتیبیں کھینچی گئیں تو ان میں کوئی خاص باقاعدگی نہیں پائی گئی۔ لیکن علاوہ اس امر کے قلوبی دھاتوں کے طیف میں دوسرے خط ہوتے ہیں اور جدول ادوار میں ان کے بعد کو آنے والے گروہ کے عناصر کے طیف میں تہرے اور اکہرے خط ہوتے ہیں۔ یہ بھی دریافت ہوا کہ جب

دوہرے یا تہرے خطوط کے اجزائے ترکیبی کے موج عددوں کے تفاوتوں کا جذر المربع عنصر متعلقہ کے جوہری عددوں کے مقابلہ میں ترسیم کی شکل میں کھینچا جاتا ہے تو تقریباً سیدھے خطوط حاصل ہوتے ہیں، یعنی قناطر دوہرے یا تہرے خطوط کے موج عددوں کے تفاوتوں کا جذر المربع عنصر متعلقہ کے جوہری عدد کے تناسب ہے۔ ہم نے دیکھا ہے کہ تمام عناصر کے طیفی سلسلوں کے ضابطے ایک ہی نوعیت کے ہوتے ہیں جن کو ہم

$$E = \frac{R}{(M + 1)^2} - \frac{R}{(M + 2)^2} \quad \text{لکھ سکتے ہیں۔}$$

اس ضابطہ میں E موج عدد ہے اور M صحیح عدد ہیں طیفی سلسلہ میں جیسے جیسے خط کا رتبہ بڑھتا جاتا ہے ویسے ہی M کی قیمت میں اضافہ ہوتا ہے۔ k کسور اعشاریہ ہیں۔ واضح ہے کہ M کی ترقی کے ساتھ اس کے متعلقہ k کی اہمیت میں جلد جلد انحطاط واقع ہوتا ہے اور اس لیے ضابطہ کی یہ رقم بائیں طرف جن کے باہر والے ضابطہ کی رقم کے مائل تر ہوتی جاتی ہے بالفاظ دیگر M کی بڑی قیمتوں کے لیے جملہ عناصر کے طیفی سلسلوں کے ضابطہ کی قیمتیں علی العموم بائیں طرف جن کے ضابطہ کی رقموں کے ساتھ زیادہ مشابہ ہوتی جاتی ہیں۔ کیونکہ باہر والے ضابطہ میں k نامکمل ناقابل لحاظ کسور اعشاریہ ہیں۔

ازدیادی یا شراری خطوط اگر کسی عنصر کی گیس یا بخار میں سے کشفہ کے ذریعہ بڑے تفاوت قوت کا برقی اخراج جاری کیا جائے تو بہت سے عناصر کے طیفوں میں مزید خط مشاہدہ ہوتے ہیں۔ ان کے لیے سہ نارمن لوکیر (Lockyer) نے Enhanced lines نام تجویز کیا تھا۔ ہم ان کو ازدیادی خطوط کہیں گے۔

اگر یہ ازدیادی خطوط ہیلیم کے طیف سے متعلق ہیں تو ان کی ترتیب بائیں طرف جن کے طیفی سلسلوں کے خطوط کی ترتیب کے مشابہ ہوتی ہے۔ اور ان کا ضابطہ $E = R_{He} \left(\frac{1}{M^2} - \frac{1}{M'^2} \right)$ ہوتا ہے جن میں R کی قیمت

(فاولر کی رپورٹ کے موجب) 2.2×10^{-23} ستر ہے۔ اسی طرح قوی میٹوں والی دھاتوں کے شرارتی یا ازویا دی طیف جدول ادوار میں ان سے عین پیشتر آنے والے عناصر (قوی دھاتوں) کے معمولی یعنی قوسی (arc) طیف کے مشابہ ہوتے ہیں۔ یعنی بجائے تھرے اور اکھرے خطوں پر مشتمل ہونے کے دوہرے خطوں پر مشتمل ہوتے ہیں۔ اور ان کے ضابطہ میں بجائے $\frac{1}{\lambda}$ کے $\frac{1}{\lambda^2}$ استعمال ہوتا ہے۔

ہم آگے چل کر دیکھینگے کہ شرارہ کے غل سے گیس یا بخار ایوانا تو ہو جاتی ہے یعنی اس کے جوہر سے ایک برقیہ نکال پھینکا جاتا ہے۔ اس وجہ سے اس کا ازویا دی طیف جدول ادوار میں اس سے عین پہلے آنے والے گروہ کے جوہر کے قوسی طیف کے مشابہ ہوتا ہے۔

طیفی سلسلوں کے متعلق نیلز بوس (Niels Bohr) کا نظریہ۔

ہائیڈروجن کا طیفی سلسلہ بوس نے رڈرفرڈ (Rutherford) کے نظریہ کے موجب جوہر کے مرکزہ (نیوکلیس Nucleus) پر تقریباً تمام کمیت کو مرکوز مان کر فرض کیا کہ اس مرکزہ کے گرد جوہر کے بیرونی برقیہ اپنے اپنے مداروں میں حرکت کرتے ہیں ایسا ہی جیسا کہ نظام شمسی میں آفتاب کے گرد سیارے۔ چونکہ ہائیڈروجن کا صرف ایک ہی برقیہ ہے۔ ہائیڈروجن کے جوہر کی ساخت سادہ ترین تصور ہوتی ہے اور اس لیے بوس کا نظریہ ہائیڈروجن کے طیفی سلسلوں کے لیے نہایت کامیاب ثابت ہوا۔ عناصر کی جدول ادوار میں دوسرے جوہر کا جس ترتیب کے ساتھ مقام واقع ہوتا ہے اسی کے موجب ان جوہر کے بیرونی برقیوں کی تعداد مشخص ہوتی ہے۔ چنانچہ ہیلیم کے طبعی جوہر کے دو برقیہ ہیں اور لیتھیئم کے تین وغیرہ وغیرہ۔ عامل ذرات کی تعداد جہاں دو سے بڑھ گئی تو حسابی پیچیدگیاں اور دقیقیت انتہا درجہ بڑھ جاتی ہیں اس لیے بوس کے نظریہ کو ان جوہر کے طیفی سلسلوں کی توجیہ میں محض تقریبی کامیابی حاصل ہو سکی۔ لیکن ہیلیم کے جوہر کا ایک برقیہ جب روانیت کی وجہ سے خارج ہو جاتا ہے اور لیتھیئم کے

جوہر کے دو برقیہ خارج ہو جاتے ہیں تو یہ جوہر ہائیڈروجن کے جوہر کے مائل بن جاتے ہیں اور پھر لوہا کا نظریہ ان پر بخوبی صادق آتا ہے۔

بوسر نے اپنے نظریہ میں ایک طرف تو نیوٹن (Newton) کے میکانی اصول استعمال کیے اور دوسری طرف نہ صرف اصولِ قدریہ (Quantum principles) ہی سے کام لیا بلکہ میکسول (Maxwell)

کے برقی مقناطیسی نظریہ کے بعض مستند استخراجات بلا تکلف نظر انداز کر دیے۔ چونکہ لوہا کے نظریہ کے نتائج تجربی نتائج سے عین منطبق ہوئے اس لیے باوجود ان صریح کمزوریوں کے اس نظریہ کو بڑی مقبولیت حاصل ہوئی۔

پہلے ہم برقیہ کے مدار کو دائری فرض کرتے ہیں اور مرکزہ کی کمیت برقیہ کی کمیت کے مقابلہ میں نامتناہی بڑی مانتے ہیں تاکہ مرکزہ کی گردش حرکت کی ضرورت پیدا نہ ہو۔ فرض کرو کہ برقیہ کا برقی بار - ب ہے اور مرکزہ کا بار + ب۔ دائرہ کا نصف قطر ص تو مرکزہ برقیہ کو اپنی طرف قوت $\frac{b^2}{r^2}$ سے کھینچتا ہے۔ چونکہ یہ فرض کیا جاتا ہے کہ برقیہ دائری مدار میں خطی رفتار ر کے ساتھ حرکت کرتا ہے اس لیے اگر اس کی کمیت کہ مانی جائے تو مرکزہ گریز قوت $\frac{Mv^2}{r}$ ہوگی اور

$$\frac{b^2}{r^2} = \frac{Mv^2}{r}$$

برقی مقناطیسی نظریہ کے بموجب برقیہ کی اس دائری حرکت سے (جس میں مرکزہ کی جانب مسلسل اسراع واقع ہوتا ہے) اشعاع کا ہونا لازمی ہے جس کی وجہ سے مرکزہ کی توانائی میں مسلسل کمی واقع ہوگی اور وہ بجائے ایک مستقل قطر کے دائرہ میں حرکت کرنے کے ایک لولبی مدار میں حرکت کرے گا اور بالآخر ترقی رفتار کے ساتھ مرکزہ کے مثبت بار سے ٹک کر ناپید ہو جائیگا۔ بوسر نے بڑی حساسیت برقی مقناطیسی نظریہ کے اس نتیجہ کو قطعاً نظر انداز کر کے فرض کیا کہ جب تک برقیہ ایک ہی مدار میں حرکت کرتا ہے اس سے اشعاع نہیں ہوتا۔ اشعاع توانائی کے لئے اس نے یہ نظریہ پیش کیا کہ برقیہ جب بیرونی مبدائے توانائی (شعلہ یا برقی قوس

یا برقی اخراج) سے توانائی جذب کرتا ہے تو اپنے طبعی مدار کو چھوڑ کر زیادہ بڑے قطر کے مدار میں حرکت کرنے لگتا ہے اور جب مدار کا عمل ہو قوت ہوتا ہے تو اپنے طبعی مدار میں اتر پڑتا ہے اور اترتے اترتے ایک خاص طبعی خط سے متعلق مقدارِ توانائی خارج کرتا ہے۔ اصولِ قدریہ کی متابعت میں بوسہ یہ مانتا ہے کہ برقیوں کے مداروں کے قطر قدری اعداد ہی کے لحاظ سے مشخص ہو سکتے ہیں یعنی ان کی حرکت صرف خاص خاص مداروں میں ممکن ہے۔ ایک واضح وقت جس کو بوسہ کا نظریہ کسی طرح سے رفع نہیں کر سکتا یہ ہے کہ ایک مدار سے دوسرے مدار میں برقیہ کیونکر منتقل ہوتا ہے اور اس وقت اس پر کیا گزرتی ہے۔

اس نظریہ میں قدری اصول کے اطلاق کی تفہیم کے لیے ہمیں پلانک (Planck) کے نظریہ قدریہ سے مدد لینا ہوگی اور ہیستٹی تکمل (Phase Integral) کا تصور پیش کرنا ہوگا۔

فرض کرو کہ ک کسیت کا ایک ذرہ ایک خطِ مستقیم میں ایک نقطہ کے گرد سادہ موسیقی حرکت کرتا ہے۔ کسی آن میں اس ذرہ کا نقل مکان یا ہسٹاؤ مرکزی نقطہ سے $\lambda = ط$ جب $\pi \neq 0$ ہے جس میں $ط$ محیطِ اہتزاز ہے، نہ تعددِ اہتزاز اور وقت ہے جو مرکزی نقطہ میں سے ذرہ کے گزرنے کی آن سے شمار کیا جاتا ہے۔ اس ذرہ کو ہم پلانک کے خطی ہتھنز (Oscillator) کا مشابہ تصور کر کے قدری اصول کے بموجب فرض کر سکتے ہیں کہ اس کی توانائی ۲ پلانک کے مستقل h اور تعددِ اہتزاز ν کے حاصل ضرب کی ضلعوں کے مساوی ہیں یعنی

$۱ = h \nu$ (جس میں n صحیح عدد ہے)

ذرہ جب مرکزی نقطہ پر ہوتا ہے تو اس کی توانائی تمام کی تمام بالفعل ہوتی ہے اور اس لیے

$$۱ = \frac{۱}{۲} k r_{\text{عظم}}^2 \text{ اور چونکہ رفتار } r = \frac{v \lambda}{2\pi} = \frac{v}{2\pi} \text{ نہ } ط \text{ جم } \pi \neq 0 \text{ نہ ولہذا}$$

$$r_{\text{عظم}}^2 = \pi \neq ط \text{ نہ } ۱ = \pi \neq ط \text{ نہ } ۲ ط \text{ نہ } ۲ ک$$

ذرہ کا ہٹاؤ جب لا ہوتا ہے تو اس کا معیار حرکت

$$\text{مح لا} = \frac{\text{ک فر لا}}{\text{فر لا}} = \frac{\pi^2 \text{ نہ ط ک جم } \pi^2 \text{ نہ و}}{\text{فر لا}}$$

اگر ہم ذرہ کے معیار حرکت مح لا کو معین اور اس کے نقل مکان یا ہٹاؤ کو فصلہ مان کر ترسیم کھینچیں تو

$$\text{چونکہ } \frac{\text{لا}^2}{\text{ط}} = \text{جب } \pi^2 \text{ نہ و اور } \frac{\text{مح لا}^2}{\pi^2 \text{ نہ ط ک جم } \pi^2 \text{ نہ و}} = \text{جم } \pi^2 \text{ نہ و}$$

$$\therefore \frac{\text{لا}^2}{\text{ط}} = \frac{\text{مح لا}^2}{\pi^2 \text{ نہ ط ک جم } \pi^2 \text{ نہ و}}$$

یہ ایک قطع ناقص کی مساوات ہے جس کا نصف محور اعظم ط ہے اور نصف محور اقل $\pi^2 \text{ نہ ک ط}$ اس ناقص کا رقبہ $\pi^2 \text{ نہ ک ط} = (\pi^2 \text{ نہ ک ط}) \times \pi^2 \text{ نہ ط ک جم } \pi^2 \text{ نہ و}$ ہے

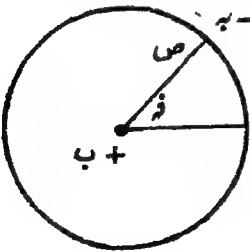
$$\text{یعنی رقبہ مح لا فر لا} = \frac{\pi^2 \text{ نہ ط ک جم } \pi^2 \text{ نہ و}}{\pi^2 \text{ نہ و}} = \frac{1}{\pi^2 \text{ نہ و}} = \frac{1}{\pi^2 \text{ نہ و}} = \frac{1}{\pi^2 \text{ نہ و}}$$

واضح ہو کہ مح لا سے مراد پورے دور پر کا مکمل ہے۔ اور ن صحیح عدد ہے۔ پس مکمل کر مح لا جب پورے دور پر محسوب کیا جاتا ہے تو اس کی قیمت پلانک کے عالمگیر مستقل ہ کے صحیح عددی ضعفوں کے مساوی ہوتی ہے۔ ایسی مکمل کو ہیثیتی تکمل کہتے ہیں۔

اب ہم اس مساوات کا اطلاق بوس کے نظریہ میں ایک برقیہ کی حرکت

پر کرتے ہیں جو مرکزہ کے گرد یکساں دائری رفتار کے ساتھ حرکت کرتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل ۶۲۔ حرکت کی مناسبت کے لحاظ سے ذرہ کے محدود زاویہ نہ اور زاویہ معیار حرکت مح نہ ہونگے۔

$$\text{مح نہ} = \text{ک ص سہ (ص) جس میں}$$



شکل ۶۲

ک ذرہ کی کیفیت سے اس کی زاویائی رفتار اور v دائرہ کا نصف قطر ہے۔
پس $\hbar v =$ ک v سے یعنی دائرہ کے مرکز کے گرد ذرہ کے جمود کا معیار اثر
مضروب زاویائی رفتار ہے۔

∴ ہیڈیٹی تکمل $\equiv \hbar v =$ ک v فرہ $= n \hbar$
چونکہ زاویائی رفتار سے مستقل مانی گئی ہے لہذا $\hbar v$ بھی مستقل ہے۔
پس ہیڈیٹی تکمل $= \hbar v =$ ک v فرہ $= 2\pi \hbar v = n \hbar$

$$\text{اور اس لیے } \hbar v = n \frac{\hbar}{2\pi}$$

یہ ایک اہم رابطہ ہے جو پلانک کے قدیمی مفروضہ یعنی
توانائی $= n \hbar$ سے مدد لے کر حاصل کیا گیا ہے۔

میکانیات کے عام کلیوں کا اطلاق کر کے بور نے برقیہ اور
مرکزہ کے نظام کے تعادل کے لیے مساوات

$$\frac{e^2}{r} = \frac{mv^2}{r}$$

جیسا کہ ابھی بتایا گیا ہے۔

$$\text{پس برقیہ کی توانائی بالفعل } t = \frac{1}{2} k r^2 = \frac{e^2}{2r}$$

اس کی توانائی بالقوہ (ق) کی تعیین کے لیے ہمیں برقی سکونیات سے
معلوم ہے کہ مثبت نقطئی برقی بار b کا قوہ اس سے حاصل v پر $= \frac{b}{v}$

$$\text{پس مرکزہ اور برقیہ کے نظام کی توانائی بالقوہ } q = - \frac{e^2}{r}$$

اور اس لیے اس نظام کی حامل مجموعی توانائی

$$1 = t + q = \frac{e^2}{2r} - \frac{e^2}{r} = - \frac{e^2}{2r}$$

ہستی مکمل کے تخیل سے

$$\text{محذہ} = \text{ک ص}^2 \text{سہ} = \text{ن} \frac{\text{ہ}}{۳۲} \text{اور سہ} = \frac{\text{ن} \text{ہ}}{۳۲ \text{ک ص}^2}$$

$$\text{پس چونکہ } \frac{۱}{۴} \text{ک ر}^2 = \frac{۱}{۴} \text{ک سہ}^2 \text{ص}^2 = \frac{۲}{۲} \text{ص}^2$$

ان دونوں مساواتوں کے ذریعہ سہ کو ساکت کرنے سے

$$\frac{\text{ب}^2}{۲ \text{ص}^2} = \frac{۱}{۴} \text{ک ص}^2 \frac{\text{ن}^2 \text{ہ}^2}{۳۲ \text{ک ص}^2} \therefore \text{ص}^2 = \text{ن}^2 \frac{\text{ہ}^2}{۳۲ \text{ک ب}^2}$$

جس سے ظاہر ہوتا ہے کہ ہائیڈروجن کے جوہر میں برقیہ صرف اُن مداروں میں حرکت کر سکتا ہے جو صحیح اعداد ۱، ۲، ۳، وغیرہ کے مربعوں کے متناسب ہیں۔

چونکہ ہائیڈروجن کے لیے $\text{ب} = \text{ب} = ۱.۰ \times ۲.۵۷ \times ۱۰^{-۱۰}$ برقی سکونی اکائی (ب، س، ۱) اور $\text{ک} = ۱.۰ \times ۹ \times ۱۰^{-۲۸}$ گرام اور $\text{ہ} = ۱.۰ \times ۶.۵۵ \times ۱۰^{-۲۷}$ ارگ ثنائیہ پس ہائیڈروجن کے جوہر میں برقیہ کے سب سے چھوٹے مدار کا نصف قطر $= ۱.۰ \times ۵.۳ \times ۱۰^{-۸}$ سم ہے جوہر میں برقیہ کے ہر ایک مدار کے لحاظ سے اس کی ایک مہین توانائی ۱ ہے جس کا ضابطہ

$$۱ = \frac{\text{ب}^2}{۲ \text{ص}^2} = \frac{۳۲ \text{ک ب}^2}{۲ \text{ن}^2 \text{ہ}^2} \text{ ہے۔}$$

توانائی کے لیے جو جملہ حاصل ہوا ہے اس کی منفی علامت کی وجہ سے ن کی قیمت جیسے جیسے (صحیح عددوں میں) بڑھتی ہے ویسے ہی توانائی کی مطلق قیمت بھی بڑھتی ہے۔ پس جوہر کی اس توانائی کی اقل قیمت (جو صفر نہیں ہے) اسی حالت میں ہوتی ہے جبکہ $\text{ن} = ۱$ اور برقیہ اپنے سب سے چھوٹے مدار میں اور اس لیے طبعی حالت میں حرکت کرتا ہے۔

اگر ن مدار سے متعلق توانائی اُن لکھی جائے اور ن مدار سے متعلق اُن تو برقیہ جب ن مدار سے اُن ن مدار میں جاتا ہے تو اس سے توانائی اُن - اُن خارج ہوتی ہے۔ پورے اس طرح خارج

ہونے والی توانائی کے متعلق فرض کر لیا کہ وہ ایک خاص طبعی خط سے وابستہ ہے جو گیس کے طیف میں ظہور پذیر ہوتا ہے۔
 اصول قدریہ کے لحاظ سے اس توانائی کو (h ν) مان کر اس نے مندرجہ ذیل
 نہایت ہی اہم مساوات حاصل کی۔

$$h \nu = \frac{2\pi^2 k e^2}{3h} \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right)$$

$$\text{پس خط مذکور کا تعدد ارتعاش } \nu = \frac{2\pi^2 k e^2}{3h} \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right)$$

واضح ہو کہ یہ مساوات رڈ برگ اور ریٹس وغیرہ کے تجربی نتائج سے اخذ کی ہوئی مساواتوں کے عین مشابہ ہے۔ اس مساوات میں ایک دوسری بڑی غمی یہ ہے کہ اس کے ذریعہ ہائیڈروجن کے رڈ برگ والے مستقل کی قیمت بھی آزادانہ طریقہ پر محسوب ہو سکتی ہے۔ چنانچہ ہائیڈروجن کے لیے چونکہ ہ اور ب مساوی ہیں اس لیے

$$\nu = \frac{2\pi^2 k e^2}{3h} \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right)$$

اگر بجائے تعدد کے موج عدد (ع) استعمال کی جائے تو

$$ع = \frac{2\pi^2 k e^2}{3h} \left(\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2} \right) \text{ جس میں } h = \text{رفار نور}$$

پس ہائیڈروجن کا رڈ برگ والا مستقل

$$h = \frac{2\pi^2 k e^2}{3ع} = ۱.۰۹۷۵ \times ۱۰^{-۸} \text{ سمر}^{-۱}$$

یہ قیمت طیف نمائی پیمائشوں سے حاصل کردہ قیمت ۱.۰۹۷۴۸ سے ایک فی صد کے بیسویں حصہ کی حد تک مختلف ہے جو بوسر (Bohr) کے نظریہ کی کامیابی کا بڑا ثبوت ہے۔ ہائیڈروجن کے طبعی خط کے موج عدد کے لیے چونکہ بوسر کا

نظری ضابطہ اور ردِ برگ کا تجربی ضابطہ دونوں مماثل ہیں اور دونوں کے مستقل بھی باہم یکساں ہیں اس لیے بوسہ کے ضابطہ سے باہر، لائمان، پدیشن اور بریکٹ کے جملہ سلسلوں کے طبعی خطوط کے موج عدد محسوب کر لیے جاسکتے ہیں۔ پس بوسہ کے نظریہ کو ہائیڈروجن کے طیف کی توجیہ میں انتہائی کامیابی حاصل ہوئی۔ نظریہ کی اندرونی خامیوں کو ہم ان کامیابیوں کے مقابلہ میں نظر انداز کر سکتے ہیں۔ اگرچہ اس نظریہ سے یہ نہیں بتایا جاسکتا کہ برقیہ جب ایک مدار کو چھوڑ کر دوسرے مدار میں اترتا ہے تو وہ کس طرح اترتا ہے اور اس پر کیا گزرتی ہے۔ لیکن چونکہ جواہر کی تعداد کثیر ہوتی ہے وقت واحد میں ایک مدار سے دوسرے مدار میں منتقل ہونے والے برقیوں کی تعداد بھی بڑی ہوتی ہے اور اس لیے طیف کے جملہ خطوط باعتبار وقت مسلسل یعنی بلا وقفہ دکھائی دیتے ہیں۔ البتہ ان خطوط کی حدت تنویر متعلقہ مداروں سے طبعی مدار میں منتقل ہونے والے برقیوں کی تعداد پر متوقف ہوگی۔ طبعی سلسلہ کے ”سر“ کے قریب کے خطوط پیدا کرنے والے برقیوں کی تعداد چونکہ نسبتاً کم ہوتی ہے اس لیے ان خطوط کی حدت بھی بہت کم ہوتی ہے۔

ہیلیم کے شرارتی طیف (یا روانی ہیلیم کے

طیف) کے خطوط کی توجیہ۔

ہیلیم گیس کی خلائی نلی میں سے جب بڑی حدت کے برقی شرارت گزرتے ہیں تو اس کے بھی کئی طبعی سلسلے مشاہدہ ہوتے ہیں جن کے موج عددوں کا ضابطہ

$$ع یا ن = ۲ \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right)_{He}$$

ایک سلسلہ کے لیے n کی قیمت ۲ سے دوسرے کے لیے ۳ اور تیسرے کے لیے ۴ اور ان کے متناظر n' کی قیمتیں علی الترتیب ۳، ۴، ۵ وغیرہ ۴، ۵، ۶ وغیرہ ہوتی ہیں۔ پہلا سلسلہ ہیلیم کا لائمان والا

کہلاتا ہے، دوسرا فاؤلر کے نام سے منسوب ہے اور پیکرنگ (Pickering) کے نام سے۔

واضح ہو کہ طیفی ہیلیم کے طیفی سلسلے روانی ہیلیم کے طیفی سلسلوں سے بالکل مختلف ہیں۔ قبل اس کے کہ فاؤلر نے تجزیہ خانہ میں روانی ہیلیم کے طیفی خطوط کی پیمائش کی تھی پیکرنگ نے صورتِ سماوی ستارگان (Puppis) کے ظ (۴) ستارہ کے طیف میں چند ایسے خطوط مطالعہ کیے جو ہائیڈروجن کے باہر والے سلسلے کے ”سر“ ہی کی طرف مستحق ہوتے نظر آئے۔ ریڈ ہونگ نے ان کو ہائیڈروجن سے منسوب کیا اور بتایا کہ باہر والے ضابطہ جس میں $n = 2$ اور $n = 3$ اگر n کی عددی قیمتوں کے ساتھ ۵-۴ کا اضافہ کر دیا جائے تو Puppis (ظ ستارگان) ستارہ کے طیف کے بعض خطوط اس ضابطہ کے خطوط سے منطبق ہو جاتے ہیں۔ چنانچہ اس لیے سر نارمن لوکیر (Sir Norman Lockyer) نے ان خطوط کو پروٹو ہائیڈروجن (Proto H) کے خطوط قرار دیا اور بعض لوگوں نے فرض کیا کہ یہ خطوط کو سٹک ہائیڈروجن (Cosmic H) سے متعلق ہیں۔

$$\left(\frac{1}{12} - \frac{1}{13} \right) \frac{1}{H} = \left(\frac{1}{13.5} - \frac{1}{14} \right) \frac{1}{H} = ۴$$

$$\left(\frac{1}{14} - \frac{1}{15} \right) \frac{1}{H} = \left(\frac{1}{15.5} - \frac{1}{16} \right) \frac{1}{H}$$

اس لیے صاف ظاہر ہے کہ یہ خطوط دراصل روانی ہیلیم کے پیکرنگ والے سلسلے سے متعلق ہیں۔ اگر R کی قیمت R سے ذرا بھی مختلف نہ ہوتی تو روانی ہیلیم کے پیکرنگ والے یہ خطوط ہائیڈروجن کے باہر والے حوالہ بالا خطوط سے عین منطبق ہو جاتے۔ R اور R کے اختلاف کی وجہ سے ان خطوط میں پروٹو ہائیڈروجن نہیں ہوتا۔

فاؤلر نے اپنے تجزیہ خانہ میں ہیلیم گیس کے (جس کے ساتھ

ہائیڈروجن کا لوٹ شامل تھا) شرارتی طیف کا مطالعہ کیا تو اس کو چند ایسے خطوط نظر آئے جن کے لیے ضابطہ

$$ع = H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad \text{جس میں } n = 2, 3, 4, \dots \text{ قریب قریب}$$
 صحیح پایا گیا۔ یہ ضابطہ $ع = H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right)$ کے مائل ہے جس میں n کی قیمتیں ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹، ۱۰، وغیرہ ہیں۔ ان خطوط کے علاوہ فاؤلر نے ہیلیم کے شرارتی طیف میں ایسے بھی خطوط پائے جن کے ساتھ ضابطہ

$$ع = H \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad \text{جس میں } n = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, \dots \text{ تقریباً}$$
 منطبق ہوتا تھا۔ اس لیے فاؤلر نے بھی دھوکے میں آکر ان سلسلوں کو ہائیڈروجن ہی سے منسوب کیا۔ اس کے بعد بوسہ نے اپنے نظریہ سے ثابت کیا کہ ہیلیم کا جوہر جس کی کیت ہائیڈروجن کی کیت کی تقریباً ۴ گنی ہے اور جس کے دو بیرونی برقیے ہوتے ہیں اگر ان برقیوں میں سے ایک برقیہ زبردست برقی اخراج کے ذریعہ مرکزہ کے اثر کے باہر کر دیا جائے اور باقی ماندہ برقیہ مقررہ بیرونی مداروں میں سے اتر کر طبعی مداروں میں آجائے تو ان تمام طبعی سلسلوں کی توجیہ ہو جاتی ہے جو غلطی سے کوہساک وغیرہ ہائیڈروجن کے ساتھ منسوب کیے گئے بغیر طبعی H کی صحیح قیمت درج کی جائے۔

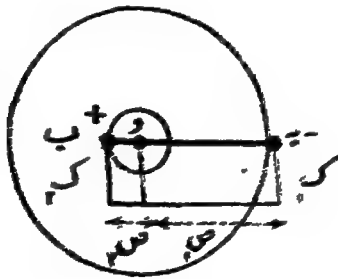
روانی ہیلیم کے لیے بوسہ کا نظریہ ایسا ہی صحیح پایا جاتا ہے جیسا کہ ہائیڈروجن کے لیے۔ اس لیے کہ ضابطہ

$$ع = H_{He} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \quad \text{میں اگر } H \text{ کی جگہ قیمت درج}$$
 کی جائے تو لائٹمن، فاؤلر اور پیکرنگ (Pickering) والے تینوں سلسلوں کے خطوط کے طول موج یا موج عدد کے لیے جو قیمتیں محسوب ہوتی ہیں تجربی نتائج سے بخوبی منطبق ہوتی ہیں۔ جیسا کہ قبل ازیں

بیان کیا گیا ہے۔

ڈائٹھن کے سلسلے کے لیے $n = 2$ فاؤلر کے لیے $n = 3$ اور ہیکوہگ کے لیے $n = 4$ واضح ہے کہ ان سلسلوں میں n کی قیمتیں n کی قیمتوں سے بقدر ۱ یا اس سے زائد صحیح اعداد کے بڑی ہونگی۔

اس کی سادہ ترین شکل میں پیش کر کے مرکزہ کی کیت کو برقیہ کی کیت کے مقابلہ میں ناقصا ہی بڑا فرض کیا تھا۔ اب ہم مرکزہ کی حقیقی کیت کو پیش نظر رکھ کر پہلے سے زیادہ صحیح حلے متنبط کریں گے۔



شکل ۳۳

فرض کرو مرکزہ کی کیت کم اور اس کا برقی بار + ب ہے۔ یہ برقی بار + جہ بہ کے مساوی ہے جس میں جہ عنصر کا جوہری عدد (Atomic number) یعنی مرکزہ کا حامل مجموعی مثبت بار ہے اور - بہ برقیہ کا منفی بار ہے۔ ک برقیہ کی کیت ہے اور - بہ اس کا بار۔ مرکزہ اور برقیہ کا درمیانی فاصلہ حسب سابق من مانا جاتا ہے لیکن چونکہ سیکانیات کے اصول کے بموجب مرکزہ اور برقیہ دونوں اپنے مشترک مرکز ثقل و کے گرد مساوی زاویائی رفتار کے ساتھ گھومیں گے اس لیے اگر وہ مرکزہ کا فاصلہ ص اور برقیہ کا فاصلہ ص م

مانا جائے تو $V = V_1 + V_2$

اور $V_1 = \frac{K}{K_1 + K_2}$ اور $V_2 = \frac{K}{K_1 + K_2}$

اگر مشترک زاویہ ہی رفتار سے ہو اور مرکزہ کی خطی رفتار V اور برقیہ کی خطی رفتار V_1 تو $V = V_1$ اور $V = V_2$

از بروئے کلیات میکانیات $\frac{V}{V_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{K_1}{K_1 + K_2}$

پس مرکزہ اور ایک برقیہ والے اس جوہری نظام کی توانائی بالفعل

$$= \frac{1}{2} K_1 V_1^2 + \frac{1}{2} K_2 V_2^2$$

$$= \frac{1}{2} K_1 (V_1)^2 + \frac{1}{2} K_2 (V_2)^2$$

$$= \frac{1}{2} K_1 \left(\frac{K_1}{K_1 + K_2} V \right)^2 + \frac{1}{2} K_2 \left(\frac{K_2}{K_1 + K_2} V \right)^2$$

$$\text{لیکن } \frac{1}{2} K_1 V_1^2 = \frac{1}{2} K_1 V^2 \text{ اور } \frac{1}{2} K_2 V_2^2 = \frac{1}{2} K_2 V^2$$

نظام کی توانائی بالفعل

$$= \frac{1}{2} (K_1 + K_2) V^2 = \frac{1}{2} (K_1 + K_2) V^2$$

$$= \frac{1}{2} (K_1 + K_2) V^2 = \frac{1}{2} (K_1 + K_2) V^2$$

$$\therefore \frac{1}{2} (K_1 + K_2) V^2 = \frac{1}{2} (K_1 + K_2) V^2$$

چونکہ توانائی بالقوہ $= - \frac{1}{2} \frac{Q_1 Q_2}{r}$

$$\text{اس لیے حاصل مجموعی توانائی} = - \frac{1}{2} \frac{Q_1 Q_2}{r} - \frac{1}{2} \frac{Q_1 Q_2}{r}$$

$$- \frac{1}{4} (m - \frac{1}{2}) (\frac{k}{k_1 + k_2})^2 =$$

$$\frac{2\pi^2 \frac{h^2}{m} (\frac{k}{k_1 + k_2}) (\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2})}{\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}} = \text{پس موج عدد } \epsilon$$

$$\frac{22.00}{10.444} = \frac{\text{وزن جوہر ہیلیم}}{\text{وزن جوہر ہائیڈروجن}} = \frac{He}{H} \text{ چونکہ } \frac{He}{H}$$

$$\frac{He}{H} = 3.9614 \text{ اس لیے}$$

چونکہ ہیلیم کے لیے جہ کی قیمت ۲ =

$$\text{لہذا } \epsilon = \text{موج عدد} = 2 \frac{2\pi^2 \frac{h^2}{m} (\frac{k}{k_1 + k_2}) (\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2})}{\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}}$$

$$\frac{He}{H} = \frac{2\pi^2 \frac{h^2}{m} (\frac{k}{k_1 + k_2}) (\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2})}{\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}} \text{ پس ہیلیم کے لیے رڈ برگ والا مستقل}$$

$$\frac{He}{H} = \frac{2\pi^2 \frac{h^2}{m} (\frac{k}{k_1 + k_2}) (\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2})}{\frac{1}{n_1} - \frac{1}{n_2}} \text{ اور ہائیڈروجن کے لیے رڈ برگ والا مستقل}$$

$$\frac{\frac{He}{H} + 1}{\frac{He}{H} + 1} = \frac{\frac{He}{H} + 1}{\frac{He}{H} + 1} = \frac{He}{H} \therefore$$

$$\frac{1.9422530}{1.94445459} = \frac{He}{H} \text{ لیکن}$$

برقیہ اور جوہر ہائیڈروجن کی قیمتوں میں نسبت معلوم ہو سکتی ہے -

$$\frac{k}{k_1} \text{ کی قیمت } \frac{1}{1839} \text{ دریافت ہوئی ہے جو دوسرے}$$

طریقوں سے دریافت کی ہوئی قیمتوں سے بہت کم مختلف ہے -
اگر جوہری عدد جہ کے عنصر کے لیے رڈ برگ والا مستقل ہے

اور اس کے مرکزہ کی کیت ک بجہ تو

$$\text{بجہ} = \frac{2 \times 10^8 \text{ ک بجہ}}{2.5 \times 10^8} \cdot \frac{1}{1 + \frac{1}{\text{ک بجہ}}}$$

پس برقیہ کے بالمقابل انتہائی کیت والے مرکزہ کے لیے $\frac{1}{\text{ک بجہ}} = \text{صفر}$ اور

$$\frac{2 \times 10^8 \text{ ک بجہ}}{2.5 \times 10^8} = \text{بجہ}$$

اگرچہ مندرجہ بالا مساوات میں ک، ب، ر اور ہ کی معلوم کردہ قیمتیں تعویض کر کے رے کی قیمت محسوب کی جاسکتی ہے لیکن اگر اس کی تعیین میں طیف نامائی پیمائشوں کی اعلیٰ درجہ کی صحت مطلوب ہو تو اس سے اوپر والی مساوات میں طیف نامائی ذرائع سے کسی عنصر مثلاً ہائیڈروجن کے لیے ر اور ک کی دریافت کی ہوئی قیمتیں درج کر کے رے کی قیمت معلوم کر سکتے ہیں۔ چنانچہ اس طرح اس کی قیمت ۲۲، ۴، ۱۰۹۳۷ سٹر محسوب ہوئی ہے۔ اس کی مدد سے ہم کسی بھی جوہری عدد والے عنصر کا ریڈ برگ والا مستقل دریافت کر سکتے ہیں۔

بوسر کے نظریہ سے چونکہ طیفی خطوط کے تعداد ارتعاش اور موج عدد کے جملوں کی شکل بعینہ ریڈ برگ اور رٹس والے جملوں کے عامل حاصل ہوتی ہے اس لیے نظریہ مذکور سے ریڈ برگ، شو سٹر والے کلیسہ اور "اجتماعی خطوط" کی بھی باسانی توجیہ ہو جاتی ہے۔

چونکہ بوسر کے نظریہ سے ہائیڈروجن اور روانی ہیلیم (یا دوسرے روانی لیتھیم) کے لیے طیفی خطوط کے موج عددوں کا ضابطہ

$$ع = \text{بجہ} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) \text{ ہے۔}$$

اور ہائیڈروجن کے لیے بجہ کی قیمت اکائی ہے اس لیے

$$ع = \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{m^2} \right) H$$

$$\text{باہر والے سلسلہ کا استقامتی موج عدد} \quad \frac{1}{H} = \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{r_2} \right) \frac{1}{H} = \frac{1}{r_2} \quad \frac{1}{H}$$

$$\text{لائمان} \quad \frac{1}{H} = \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{r_1} \right) \frac{1}{H} = \frac{1}{r_1} \quad \frac{1}{H}$$

$$\text{اور پشین} \quad \frac{1}{H} = \left(\frac{1}{\infty} - \frac{1}{r_3} \right) \frac{1}{H} = \frac{1}{r_3} \quad \frac{1}{H}$$

پس لائمان اور باہر والے سلسلوں کے استقامتی موج عددوں کا تفاوت

$$\left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right) \frac{1}{H} =$$

= لائمان والے سلسلہ کے پہلے طیفی خط کا موج عدد

اس طرح باہر اور پشین والے سلسلوں کے استقامتی موج عددوں کا تفاوت

$$\left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_2} \right) \frac{1}{H} =$$

= باہر والے سلسلہ کے پہلے طیفی خط کا موج عدد

ان روابط پر غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ 'رڈ برگ'، 'شو سٹر' والا کلبہ جس کا ذکر اس باب کے ابتداء میں آچکا ہے مصرعہ بالا روابط کو تعمیری شکل میں ظاہر کرتا ہے۔

اجتماعی خطوط کی توجی میں ہم باہر والے سلسلہ کے دوسرے اور چوتھے خط کے موج عددوں کو پیش کر سکتے ہیں۔ چنانچہ

$$\text{اس سلسلے کے چوتھے خط کا موج عدد} \quad \frac{1}{H} = \left(\frac{1}{r_4} - \frac{1}{r_2} \right) \frac{1}{H} =$$

$$\text{اور دوسرے} \quad \frac{1}{H} = \left(\frac{1}{r_3} - \frac{1}{r_2} \right) \frac{1}{H} =$$

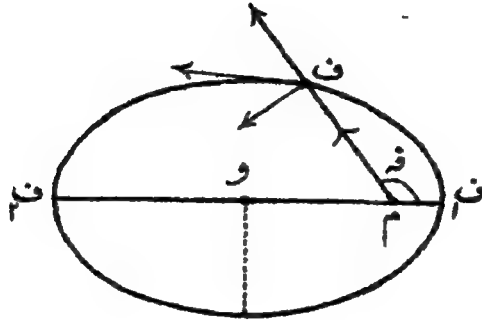
$$\text{ان کا تفاوت} \quad \frac{1}{H} = \left(\frac{1}{r_4} - \frac{1}{r_3} \right) \frac{1}{H} =$$

جو بریکٹ والے سلسلے کے دوسرے خط کا موج عدد ہے۔ پس باہر والے سلسلہ کے

چوتھے اور دوسرے خطوں کے موج عددوں کا تفاوت بریکٹ والے سلسلہ کے دوسرے خط کے موج عدد کے مساوی ہے۔

میکانی اصول کے لحاظ سے بوس کے نظریہ میں برقیہ کا مدار نہ صرف دائری ہو سکتا ہے بلکہ ناقص بھی۔ ایسی صورت میں مرکزہ قطع ناقص کے ایک ماسکہ پر واقع ہو گا۔ ریم سوہر فلڈ (Sommerfeld) کا طریقہ عمل اختیار کر کے بتائینگے کہ برقیہ جب ناقص مدار میں حرکت کرتا ہے تو قدری اعداد (Quantum numbers) کے تصور میں کیا توسیع واقع ہوتی ہے۔

شکل ۱۲۱ میں فرض کرو کہ برقیہ قطع ناقص ف ف میں حرکت کرتا ہے اور مرکزہ مدار کے ماسکہ م پر واقع ہے۔ مدار کا مرکز ہے۔



شکل ۱۲۱

و ف = و ف مدار کا نصف محور اعظم a ہے اور اس کا نصف محور اقل b ہے۔ فاصلہ و م = ج اور ناقص کا خروج المركز = ج برقیہ کے مقابلہ میں مرکزہ کی کمیت بنظر سہولت بہت بڑی مانی جاتی ہے۔ جب برقیہ اپنے مدار میں کسی مقام ف پر واقع ہوتا ہے تو فرض کرو کہ اس کے قطبی محدود v اور v' ہوتے ہیں۔ شکل بالا میں طول م ف = v اور زاویہ ف م ف = v'

کسی وقت بھی برقیہ کی حرکت مدار کے خطِ ماس کی سمت میں ہوگی۔ اس کی خطی رفتار (ر) کو ہم دو اجزائے ترکیبی میں تحلیل کر سکتے ہیں۔ م ف کی سمت یا رفتار کا جزو ہوگا اس کو ہم نیم قطری جزو کہیں گے اور وہ $\frac{r}{\cos \theta}$ ہے۔ م ف کے علی القوائم سمت میں رفتار کا جزو $\frac{r}{\sin \theta}$ ہے۔ ان دو اجزاء کے متناظر برقیہ کے دو معیار حرکت ہیں۔

نیم قطری معیار حرکت $\text{محس} = \text{ک} \frac{r}{\cos \theta}$ جس میں ک برقیہ کی کمیت ہے۔
اور زاویائی معیار حرکت $\text{محز} = \text{ک} \frac{r}{\sin \theta}$ (۱)

نیم قطری معیار حرکت محس برقیہ کی دوری حرکت میں مسلسل بدلتا رہتا ہے نقطہ ف پر اس کی قیمت صفر ہے پھر وہ بڑھتے بڑھتے اعظم ہو جاتا ہے اور اس کے بعد گھٹنے گھٹنے ف پر پھر صفر ہو جاتا ہے۔ دوسری تقلید میں پہلے ہی سے فرض کر لیا گیا ہے کہ برقیہ جب تک ایک ہی دور میں گھومتا ہے اس سے اشعاع واقع نہیں ہوتا۔ مزید براں سر دست ہم سہولت کی خاطر یہ بھی فرض کر لینے کی برقیہ کی کمیت میں اس کی مداری رفتار کے تغیر تبدیل سے کوئی فرق نہیں آتا یعنی سرسوت ہم مسئلہ اضافیت کا اطلاق ملتوی کرتے ہیں۔ پس چونکہ برقیہ پر قوت ہمیشہ ماسکے م کی جانب عمل کرتی ہے اس لیے اس کا کوئی جزو غیلیلی نیم قطر سمتی کے علی القوائم نہیں ہوتا ہے۔ اس لیے محز کی قیمت مستقل ہوگی۔
مسوہر فلاٹ کا مفروضہ ہے کہ نیم قطری معیار حرکت (محس) اور زاویائی معیار حرکت (محز) دونوں پرمیٹی مکمل عام کیا جاسکتا ہے یعنی

$$\text{محز} = \text{ن} \text{ ذہ} \quad \text{اور} \quad \text{محس} = \text{ن} \text{ فرس} = \text{ن} \text{ ذہ}$$

ان میں سے ن ذہ التتمتی یا زاویائی (Azimuthal or Angular) قدری عدد کہلاتا ہے اور ن فرس نیم قطری قدری عدد۔ جوہر کی حالت کا تین اگر مجموعی قدری عدد (ن) سے ہوتا ہے تو $\text{ن} = \text{ن} \text{ ذہ} + \text{ن} \text{ فرس}$

دائرہ کی مدار کی صورت میں $\text{نص} = ۰$ اس لیے کہ دائری حرکت میں قطر مستقل ہونے کی وجہ سے نیم قطری معیار حرکت صفر ہے۔ واضح ہو کہ ن ذہ ن اور ن دونوں اپنی جدا گانہ حیثیت سے صحیح اعداد ہیں۔
مساواتوں (۱) کی رُو سے

$$\text{کھک ص} \frac{\text{ن}}{\text{فرد}} = \text{ن ذہ} \text{ اور کھک } \frac{\text{فرد}}{\text{فرد}} = \text{نص} = ۰ \dots (۲)$$

چونکہ مح مح مستقل ہے ک ص $\frac{\text{فرد}}{\text{فرد}}$ مستقل ہے اور اس لیے مساواتوں (۲) میں پہلی مساوات کو فوراً مکمل کر سکتے ہیں چنانچہ

$$\text{ن ذہ} = \text{مح} \therefore \text{ن ذہ} = \frac{\text{مح}}{\text{مح}} \dots (۳)$$

(۲) کی دوسری مساوات کا مکمل کسی قدر طویل ہے۔ اس لیے کہ اس میں دو متغیر ص اور $\frac{\text{فرد}}{\text{فرد}}$ ہیں۔ ہم ان دونوں کو ذہ کی رقموں میں ظاہر کرینگے۔ چونکہ ناقص کی قطعی مساوات سے

$$\text{ص} = (۱ + \text{ز جم ذہ}) = ۱ + (۱ - \text{ز}) \dots (۴)$$

جس میں $\text{ز} = \text{ناقص کا خروج المرکز اور } ۱ = \text{اس کا نصف محور اعظم اور}$

$$\text{واضح ہو کہ } \text{ز} = \frac{۱ - \text{ب}}{۱} \text{ جس میں ب } = \text{نصف محور اقل} = ۱ + (۱ - \text{ز})$$

مساوات (۴) کو تفریق کرنے سے

$$\frac{\text{فرد}}{\text{فرد}} = (۱ + \text{ز جم ذہ}) - \text{ص ز جب ذہ} = ۰$$

$$\therefore \frac{۱}{\text{ص}} \frac{\text{فرد}}{\text{فرد}} = \frac{\text{ز جب ذہ}}{۱ + \text{ز جم ذہ}} \dots (۵)$$

$$\text{مساواتوں (۱) سے } \frac{\text{مح}}{\text{مح}} = \frac{\text{مح}}{\text{ص}} \frac{\text{فرد}}{\text{فرد}} = \text{مح} = \text{مح} \frac{۱}{\text{فرد}} \dots (۶)$$

اور فرض = $\frac{\text{فرض}}{\text{فرد}}$ فرض - پس ان قیمتوں کو (۲) کی دوسری مساوات میں درج کرنے سے

$$\phi \text{ مح } \frac{1}{\text{فرد}} \frac{\text{فرض}}{\text{فرد}} = \text{نس}$$

$$\text{مح } \phi \left(\frac{\text{فرض}}{\text{فرد}} \right) = \text{فرد} = \text{نس} \dots \dots \dots (۷)$$

پس از روئے مساوات (۳) و (۵)

$$\frac{ز}{\pi^2} \phi \left(\frac{\text{جب } \text{فرد}}{(1 + \text{زجم } \text{فرد})} \right) = \text{فرد} = \text{نس} \dots \dots \dots (۸)$$

اس مکمل میں صرف ایک ہی متغیر فرد ہے۔ اس لیے ہم اس کا مکمل بالخصوص انجام دینگے

$$\text{چونکہ } \frac{\text{نس}}{\text{فرد}} = \frac{ز}{\pi^2} \phi \left(\frac{\text{جب } \text{فرد}}{(1 + \text{زجم } \text{فرد})} \right) \{ \text{فرد} \}$$

$$\therefore \frac{\text{نس}}{\text{فرد}} = \frac{ز}{\pi^2} \left[\frac{\text{جب } \text{فرد}}{(1 + \text{زجم } \text{فرد})} \right] \frac{ز}{\pi^2} \int \frac{\pi^2}{(1 + \text{زجم } \text{فرد})} \text{فرد} \dots \dots \dots (۹)$$

تو سین میں جو رقم لکھی گئی ہے اس کی قیمت دونوں بنائیتوں (۲۲ اور) کے لیے صفر ہے۔ پس

$$\frac{\text{نس}}{\text{فرد}} = \frac{ز}{\pi^2} \int \frac{\pi^2}{(1 + \text{زجم } \text{فرد})} \text{فرد} = \frac{1}{\pi^2} \int \frac{\pi^2}{(1 + \text{زجم } \text{فرد})} \text{فرد} \dots \dots \dots (۱۰)$$

$$\text{پس } \frac{\text{نس}}{\text{فرد}} = 1 - \frac{1}{\pi^2}$$

$$\therefore 1 - \frac{\text{نس}}{\text{فرد}} = \left(\frac{\text{نس}}{\text{فرد}} + \text{نس} \right) \text{ اور } ز = 1 - \left(\frac{\text{نس}}{\text{فرد}} + \text{نس} \right) \dots \dots \dots (۱۱)$$

مساوات (۱۲) سے واضح ہے کہ مجموعی قدری عدد کی کسی دی ہوئی

قیمت کے لیے برقیہ کے ممکنہ ناقص مداروں کی تعداد بھی n کو ممکنہ قیمتوں کے لحاظ سے محدود ہے۔ مثلاً اگر $n \equiv n_1 + n_2 = h$ تو پانچ ہی ناقص مداروں میں حرکت ہو سکتی ہے۔ ایک ایک مدار n کی ہر ممکنہ صحیح عددی قیمت یعنی ۱، ۲، ۳، ۴ اور ۵ کے لحاظ سے ممکن ہے۔ $n_1 = 1$ کو اس لیے متروک کرنا پڑتا ہے کہ ایسی صورت میں ناقص کا خروج المرکز اکائی ہوگا اور برقیہ کا مدار خط مستقیم ہوگا جو مرکزہ میں سے گزرے گا۔

ہم اب برقیہ کے مختلف ناقص مداروں کو پیش نظر رکھ کر جہر کی توانائی محسوب کریں گے اور اس کی مدد سے مساوات (۱۱) کی مزید تعبیر کریں گے۔ چونکہ مجموعی توانائی

$$T = Q + C \quad (\text{یعنی توانائی بالفعل} + \text{توانائی بالقوہ})$$

$$\text{توانائی بالقوہ } Q = \frac{1}{2} \frac{e^2}{r} = \frac{1}{2} \frac{e^2}{r_1 - r_2} \quad (12)$$

(جس میں $r_1 = \text{ناقص کا نصف محور اعظم}$) $r_2 = \text{برقیہ کا بار اور } r_1 = \text{مرکزہ کا بار}$

$$\text{اور توانائی بالفعل } T = \frac{1}{2} \left(\frac{v_1}{r_1} \right)^2 + \frac{1}{2} \left(\frac{v_2}{r_2} \right)^2$$

ت کو ذہنی کی رقموں میں ظاہر کرنے کے لیے اس کے جملہ کی پہلی رقم کو k سے ضرب اور تقسیم کر دو اور دوسری رقم کو k سے ضرب اور تقسیم کر دو تب

$$T = \frac{1}{2} \left(\frac{v_1}{r_1} + \frac{v_2}{r_2} \right)^2 \quad (13)$$

$$\frac{v_1}{r_1} = \frac{v_2}{r_2} = \frac{1}{r_1} \quad \text{از روئے مساوات (۶) پس مساواتوں (۱۱) اور (۱۲) کی مدد سے}$$

$$T = \frac{1}{2} \left(\frac{v_1}{r_1} \right)^2 \cdot \frac{r_1^2 + r_2^2 + 2r_1 r_2}{(r_1 - r_2)^2} \quad (14)$$

پس $m = (n + n') \frac{h}{2\pi k b} \left[\frac{n}{(n + n')} - 1 \right] \dots (20)$
 جس سے ظاہر ہے کہ کسی دیے ہوئے مجموعی قدری عدد کے لیے n جیسے چھوٹا ہوتا
 حتمی فاصلہ بھی چھوٹا ہوتا جاتا ہے۔ توانائی کے جملہ (۱۵) میں مساوات (۱۷)
 سے $\frac{h}{2\pi k b}$ کی قیمت درج کرنے سے

$$\left[\frac{h}{2\pi k b} \frac{2 + 2 + \dots + 2}{2} - (1 + 2 + \dots + n) \right] \frac{b}{(1 - n')} = 1$$

$$\frac{(1 - n')}{2} \frac{b}{(1 - n')} =$$

$$(21) \dots \dots \dots \frac{b}{2} =$$

اس مساوات سے ظاہر ہے کہ برقیہ کے ناقص مدار کے جوہری نظام
 کی توانائی ۱ صرف ناقص کے محور اعظم ۲ کے تابع ہے اور چونکہ یہ محور
 صرف مجموعی قدری عدد کی قیمت کے تابع ہے اس لیے جوہری نظام کی
 توانائی ان تمام ناقصوں کے لیے مساوی ہے جن کا مجموعی قدری عدد
 مساوی ہے۔

مساوات (۲۱) میں مساوات (۱۸) سے ۱ کی قیمت
 تعویض کرنے سے توانائی

$$(22) \dots \dots \dots \frac{1}{(n + n')} \frac{h}{2\pi k b} = 1$$

پس یہ تقلید بوسہ چونکہ یہ مانا جاتا ہے کہ جوہری نظام جب ایک
 مجموعی قدری عدد n کی متناظر حالت سے نکل کر ایک کمتر توانائی کی
 حالت میں جو مجموعی قدری عدد n' کے متناظر ہے (اور $n > n'$)
 داخل ہوتا ہے تو اس سے ایک قدریہ توانائی $h n$ اشعاع کی شکل میں

خارج ہوتا جس کا ضابطہ ہے

$$م = ن - ان - ان$$

یہاں نہ اشعاع کا تقدیر تقاضا ہے۔ جب اس کو موج عدد نہ یا ع میں تبدیل کرتے ہیں تو

$$ع = \frac{\pi^2}{س} \frac{1}{(ن + ن_1)} - \frac{1}{(ن + ن_2)} \quad (۲۳)$$

واضح ہو کہ $(ن + ن_1)$ = مجموعی قدری عدد $(ن + ن_2)$ = مجموعی قدری عدد $ن$ ۔ پس عددی اعتبار سے مساوات (۲۳) دائری مدار کی موج عدد والی مساوات کے عین مائل ہے۔ البتہ فرق اس امر کا ہے کہ جوہر جب مجموعی قدری عدد $ن$ کے متناظر حالت میں ہوتا ہے تو اس کا برقیہ $ن$ ناقصی مداروں میں سے کسی ایک مدار میں ہو سکتا ہے اور جوہر جب $ن$ مجموعی قدری کے متناظر حالت میں منتقل ہوتا ہے تو برقیہ $ن$ ناقصی مداروں میں سے کسی ایک مدار میں ہو سکتا ہے۔ اس طرح پہلی حالت سے دوسری حالت میں منتقل ہونے کے $ن$ - $ن$ مختلف طریقے ہیں۔ ہمارے اس مفروضہ سے کہ ناقصی مدار میں برقیہ کی تبدیلی رفتار سے اس کی کمیت پر کوئی اثر نہیں پڑتا (جو اصول اضافیت کے لحاظ سے نادرست ہے) جوہر کی تبدیلی حالت کے $ان - ن$ ($ن$ طریقوں سے اشعاع کے تقدیر تقاضا میں کوئی فرق نہیں پیدا ہوتا۔ لیکن حاصل ایسا نہیں ہوتا ہے۔ اصول اضافیت کی ٹو سے برقیہ کی کمیت مستقل نہیں رہ سکتی۔ سو حلال نے اس امر کو پیش نظر رکھ کر جو اہم اور پر معنی نتائج اخذ کیے ذیل میں بیان کیے جاتے ہیں :-

ناقصی مدار اور سومر فلز کی تصحیح بلحاظ اصول اضافیت -
تجربہ اور نظریہ دونوں سے ثابت ہوتا ہے کہ اجسام کی کمیت ان کی رفتار کے لحاظ سے بدلتی ہے۔ اگر حالت سکون میں کسی جسم کی کمیت $ک$ ہے اور رفتار $ر$ کی حالت میں $ک'$ تو نظریہ اضافیت کی رو سے

$$ک = \frac{ک}{\frac{۱۲}{۲} - ۱۲} = \text{جس میں سر} = \text{رفقار فور} \dots\dots\dots (۲۴)$$

برقیہ کا مدار جب ناقصی ہوتا ہے تو اس کی رفقار مختلف مقاموں پر بہت مختلف ہوتی ہے چنانچہ جب اس کا نیمقطر سستی اقل ہوتا ہے تو رفقار اعظم ہوتی ہے اور جب وہ اعظم ہوتا ہے تو رفقار اقل ہوتی ہے۔

زاویہی معیار اثر کو مستقل ماننے سے ک ص ۲ $\frac{فرق}{فرق} = \text{مستقل}$ کمیت ک جب مستقل سمجھی جاتی ہے تو کپلر (Kepler) کا ناقصی حرکت کا دوسرا کلیہ کہ نیمقطر سستی مساوی اوقات میں مساوی رتبے طے کرتا ہے فوراً حاصل ہوتا ہے اس لیے کہ جزو رقبہ (فرس) جو جزو زاویہ فرقہ سے متعلق ہے

$$= \frac{۱}{۲} \text{ ص } ۲ \text{ فرقہ} - \text{پس}$$

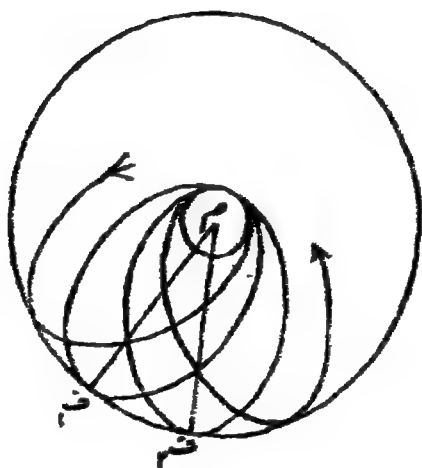
$$\text{ہک} \frac{\text{فرس}}{\text{فرق}} = \text{مستقل}$$

لیکن اگر کمیت ک رفقار کے ساتھ بدلتی ہے تو صورت حال مختلف ہوتی ہے اور برقیہ کا مدار ناقصی نہیں ہوتا ہے بلکہ شکل ۷۵ کی طرح تصویر پذیر اور کھلا ہوتا ہے۔ گویا ایک ناقص نما مدار سے جس کے مستوی میں محور اعظم ایک اسکہ کے گرد (بطور مرکز) ایسی زاویہی رفقار کے ساتھ گھومتا ہے کہ نیمقطر سستی کی قیمت علی التواتر اعظم ہونے تک محور مذکور ایک مستقل زاویہ فام فم میں آگے کو بڑھ جاتا ہے۔ مدار کے اندر مرکزہ کے گرد برقیہ کی زاویہی حرکت جس سمت میں ہوتی ہے محور اعظم کی زاویہی حرکت بھی اُسی سمت میں ہوتی ہے (دیکھو شکل ۷۵)۔

باغاط دیگر یہ ایسی حرکت ہے کہ نیمقطر سستی کی قیمت علی التواتر اعظم ہونے کے لیے اس کو بجائے زاویہ ۳۲ میں گھومنے کے زاویہ $\frac{\pi}{۲}$ میں گھومنا پڑتا ہے جس میں جہ اکائی سے ذرا سی چھوٹی ایک مقدار ہے۔ ایسی صورت میں ہم نے برقیہ کے ناقصی مدار کے لیے جو مساواتیں قبل ازیں حاصل کی تھیں وہ بحال رہ سکتی ہیں اگر بجائے فہ کے جہ فہ لکھا جائے۔ سومر فلڈ نے ثابت کیا کہ

$$\frac{\begin{matrix} 2 & 2 \\ \text{ب} & \text{ب} \end{matrix}}{\begin{matrix} 2 & 2 \\ \text{ب} & \text{ب} \end{matrix}} - 1 = 0$$

[بر اور ب علی الترتیب برقیہ اور مرکزہ کے بار ہیں $\frac{1}{2}$ حج = زادی معیار حرکت اور س = رقیہ نور]



شکل ۶۵

پس اس سے واضح ہے کہ برقیہ کو اب دو قدری حرکتیں حاصل ہیں، ایک حرکت جس سے اس کا نیم قطر سمتی علی التواتر اعظم و اقل قیمتوں میں بدلتا رہتا ہے اور دوسری حرکت جس سے اس کے مدار کا محور بتدبیر کج اور نسبتہ بہت آہستہ ماسک م کے گرد گھومتا ہے۔ خدا ساغر کرتے سے معلوم ہوگا کہ برقیہ کی یہ حرکت ایک حد تک ذیامانی اثر والی حرکت کے مشابہ ہے۔ پس اس مدار میں حرکت کرتے ہوئے برقیہ سے اگر قدیم برقی مقناطیسی لگیوں کے بموجب توانائی کا اشعاع صادر ہوتا ہے تو قہ کر سکتے ہیں کہ اشعاع مذکور دو باہل دیگر خفیف سے مختلف تعدد و طول پر مشتمل ہوگا۔ نظریہ قدریہ سے بھی اس کے مشابہ نتائج حاصل کیے جاسکتے ہیں۔

لیکن اس کا تصور بالکل مختلف ہوگا۔ سوہر فلڈ نے اس مسئلہ کی تحقیق میں جو نتائج اخذ کیے ذیل میں ان کا اقتباس پیش کیا جاتا ہے۔
برقیہ کی ناقصی مداری حرکت فرض کر کے سوہر فلڈ ناقص کی مساواتوں سے آغاز کرتا ہے البتہ بجائے ف کے جہ نہ تعویض کرتا ہے اور برقیہ کی کمیت کو حسب مساوات (۲۴) رفتار کے تابع تصور کر کے بالآخر برقیہ اور مرکزہ کے نظام کے لیے قدری حالت ن سے متعلق توانائی کا حسب ذیل صوابہ حاصل کرتا ہے:-

$$1 = -k \cdot r^2 + k \cdot r^2 \left[1 + \frac{(عجمہ)^2}{\{N + (N^2 - (عجمہ)^2)\}^{\frac{1}{2}}} \right] \dots (25)$$

جس میں ک برقیہ کی کمیت بحالت سکون ہے، ع $\equiv \frac{2\pi^2}{r^2}$ (طبیعی خط کی باریکی ساخت کا مستقل) اور جمہ = جمہری عدد جو ہائیڈروجن کے لیے اگائی ہے۔ اس سے پہلے ہم نے اضافیت کی تصحیح بغیر توانائی کے لیے مساوات (۲۲)

$$یعنی 1 = -\frac{2\pi^2 k}{r^2} \cdot \frac{1}{(N)} = -\frac{2\pi^2 k}{r^2} \cdot \frac{1}{(N)} \dots$$

حاصل کی تھی جس میں ب = مرکزہ کا برقی بار = جمہ ہے اور ن = ن \cdot ن \cdot جدید مساوات (۲۵) کا سہولت کے ساتھ مساوات (۲۲) سے متبادل کرنے کے لیے

$$N + \left[N^2 - (عجمہ)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \text{ کی بجائے سس لکھو}$$

تب مساوات (۲۵) صورت ذیل اختیار کرتی ہے:

$$1 = -k \cdot r^2 + k \cdot r^2 \left[1 + \frac{(عجمہ)^2}{\left(\left(\frac{N}{سس} \right)^2 + 1 \right)^{\frac{1}{2}}} \right]$$

$$= -k \cdot r^2 + k \cdot r^2 \left[1 + \frac{(عجمہ)^2}{\left(\left(\frac{N}{سس} \right)^2 + 1 \right)^{\frac{1}{2}}} \right] \dots$$

ازروئے مسئلہ ثنائی جس میں بعد کو آتھو الی یقیناً ناجائز لحاظ سمجھ کر

نظر انداز کر دی جاسکتی ہیں اس لیے کہ $(\frac{ع۲ ج۲}{س۲}) > ۱$

$$\text{مہذا } \{ن۲ - (ع۲ ج۲)\} = \frac{۱}{۲} = \{۱ - (\frac{ع۲ ج۲}{س۲})\} = \frac{۱}{۲} - \frac{ع۲ ج۲}{س۲} \text{ تقریباً}$$

$$\therefore \frac{۱}{س۲} = \frac{۱}{ن۲ + ن۱ - \frac{۱}{۲} (\frac{ع۲ ج۲}{س۲})} \text{ تقریباً} = \frac{۱}{ن۲ + \frac{۱}{۲} - \frac{ع۲ ج۲}{س۲}}$$

(اس لیے کہ $ن = ن۲ + ن۱$)

$$\therefore \frac{۱}{س۲} = \frac{۱}{\{ن۲ - ۱ + \frac{ع۲ ج۲}{س۲}\} = \frac{۱}{ن۲ - ۱ + \frac{ع۲ ج۲}{س۲}} \text{ تقریباً}$$

$$= \frac{۱}{ن۲} + \frac{۱}{ن۲ - ۱} = \frac{ع۲ ج۲}{س۲} + \frac{۱}{ن۲} \text{ تقریباً}$$

$$= \frac{ع۲ ج۲}{س۲} + \frac{۱}{ن۲}$$

$$\text{اور اس لیے یہ } \frac{۱}{س۲} = \frac{۱}{ن۲} \text{ تقریباً}$$

$$\therefore ۱ = -\frac{ع۲ ج۲}{س۲} + \frac{۱}{۲} - ۱ + \frac{۱}{۲} + \frac{ع۲ ج۲}{س۲} \text{ تقریباً}$$

$$= -\frac{ع۲ ج۲}{س۲} + \frac{۱}{۲} - ۱ + \frac{۱}{۲} + \frac{ع۲ ج۲}{س۲}$$

جو $\frac{۱}{س۲}$ اور $\frac{۱}{س۲}$ کی تقویٰ قیمتیں تویض کرنے سے

$$= \frac{ع۲ ج۲}{س۲} - \frac{۱}{۲} + \frac{۱}{۲} - \frac{ع۲ ج۲}{س۲} = ۰ \text{ (۲۶)}$$

جس سے واضح ہوتا ہے کہ اضافیت کی تصحیح سے توانائی کے جملہ ایک دوسری رقم کا

اضافہ ہوتا ہے جس میں مجموعی قدری عدد n اور التسمتی قدری عدد n' کی نسبت شامل ہے۔ یعنی توانائی محض $n + n'$ کی مجموعی قیمت کے تابع نہیں ہے بلکہ اس امر کے بھی کہ یہ مجموعی قیمت $n + n'$ اور n میں کس طرح تقسیم ہوتی ہے۔
 n یعنی مجموعی قدری عدد مستقل رہ کر n' کی قیمت جس قدر کم ہوگی توانائی n کی جبری قیمت بھی ویسے ہی کم ہوگی۔ پس مساوی مجموعی قدری عدد کے دائرہ اور ناقص میں ناقص کی توانائی کمتر ہے اور جیسے جیسے ناقص کا خروج المرکز بڑھتا ہے مدار کی توانائی گھٹتی ہے۔ چونکہ n مجموعی قدری عدد کے n مدار ممکن ہیں اس لیے بجائے ایک معین قیمت کی توانائی کے n توانائیوں کا امکان پایا جاتا ہے جو ایک دوسری ضعیف سی مختلف ہیں۔ مدار کی توانائی کے اس طرح "پھٹنے" کی وجہ سے طیفی خط بھی پھٹ کر ساخت کی باریکی (fine structure) پیدا کرتے ہیں۔

ہم مثال کے طور پر ہائیڈروجن کے طیفی خط $H\alpha$ کی ساخت پر بحث کریں گے جو مجموعی قدری عدد $n = 4$ کے مداروں سے $n = 2$ کے دو مداروں میں سے کسی ایک مدار میں برقیہ کے منتقل ہونے سے پیدا ہوتا ہے۔ چونکہ $n = 4$ کے چار مدار ہیں اور $n = 2$ کے دو اس لیے اذروئے حساب آٹھ ایسی منتقلیاں ممکن ہیں اور ان میں سے کسی ایک سے متعلق تعدد (نفاذ) دریافت کرنے کے لیے بوسر کا ضابطہ

$$H_n = n^2 - n'^2$$

سافات (۲۶) میں استعمال ہو سکتا ہے۔

چونکہ تعدد (نفاذ) اور موج عدد (ع) کے مابین رابطہ $\lambda = \frac{c}{\nu}$ ہے

$$\text{اس لیے } H_n = n^2 - n'^2 = \frac{c}{\lambda} = \frac{c}{\lambda_n} - \frac{c}{\lambda_{n'}}$$

پس $\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_n} - \frac{1}{\lambda_{n'}}$ مختصر
 (جس کا صرف یہ مفہوم ہے کہ توانائی λ بجائے تعدد کی اکائیوں کے

موج عدد کی اکائیوں میں ظاہر کی جاتی ہے۔

لیکن $\frac{22}{25} = \frac{22}{25} = \frac{22}{25}$ ریڈیوگ کا مستقل ر سمر

اور $\frac{22}{25} = \frac{22}{25} = \frac{22}{25}$ سور فلڈ والا باریک ساخت کا مستقل

پس مساوات (۲۶) صورت

آنڈف $\frac{22}{25} = \frac{22}{25} = \frac{22}{25}$ (۲۶).....

انتخاب کرتی ہے۔ جس میں آنڈف سے مراد مجموعی قدری عددن اور استہتی قدری عددن سے متعلقہ مدار کی توانائی ہے (موج عدد اکائیوں میں) اور $\frac{22}{25}$ اضافیت کے لحاظ سے غیر مصحح توانائی ہے اور

$\frac{22}{25} = \frac{22}{25} = \frac{22}{25}$ تصحیح لمحات اضافیت (۲۸).....

چونکہ ہائیڈروجن کے باہر والے سلسلہ میں انتہائی مدار کے لیے مجموعی قدری عددن کی قیمت ۲ ہے اور

جسے $\frac{22}{25} = \frac{22}{25} = \frac{22}{25}$ پس $\frac{22}{25} = \frac{22}{25} = \frac{22}{25}$

$\left[\left(\frac{2}{5} - \frac{2}{5} \right) - \left(\frac{2}{5} - \frac{2}{5} \right) \right] = \frac{(2-1) \times 65282 \times 109600}{25}$

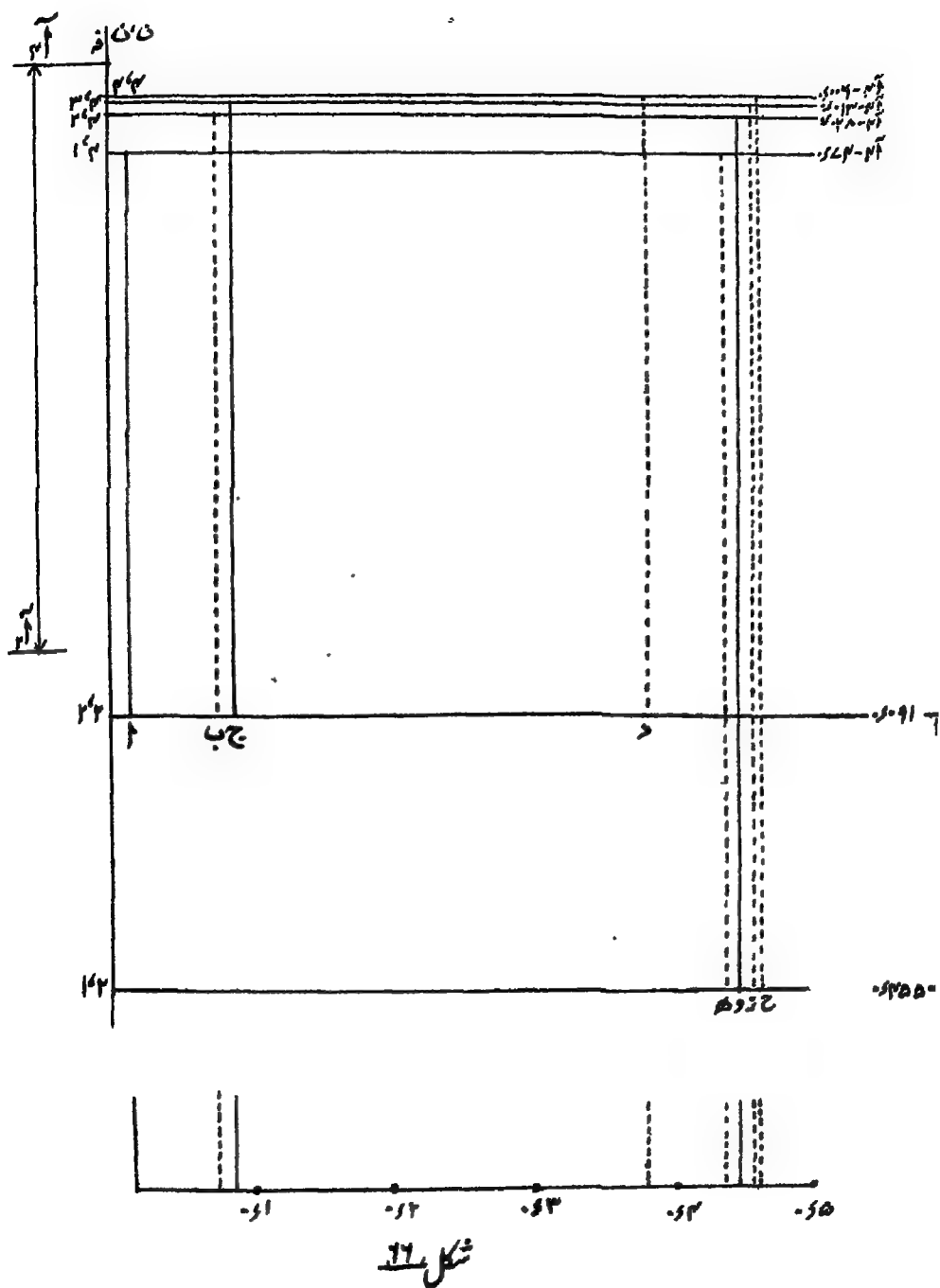
$\frac{22}{25} = \frac{22}{25} = \frac{22}{25}$ $\frac{22}{25} = \frac{22}{25} = \frac{22}{25}$ $\frac{22}{25} = \frac{22}{25} = \frac{22}{25}$

اور ہائیڈروجن کے دوسرے خط کا مستقل کہلاتا ہے۔ اس سے مجموعی قدری عددن ۲ سے متعلق ہائیڈروجن کے برقیہ کی دو توانائی کی سطحوں کا تفاوت متصور ہے۔ اب ہم ہائیڈروجن کے جوہر کے $n=2$ مداروں سے $n=1$ مداروں میں برقیہ کی منتقلی سے متعلق توانائی کی سور فلڈ والی تصحیح اضافیت ایک جدول کی شکل میں بنا کر پیش کرتے ہیں۔

ن	ن ذ	$\Delta \left(\frac{3}{2} - \frac{3}{2} \right) = \frac{3}{2} \left(\frac{3}{2} - \frac{3}{2} \right)$	صحیح توانائی آن ذ = - آن - Δ
۴	۴	$\frac{1}{2}$	آء = آء - آء - ۰.۰۰۶ سمر
۴	۳	$\frac{4}{12}$	آء = آء - آء - ۰.۰۱۳
۴	۲	$\frac{5}{6}$	آء = آء - آء - ۰.۰۲۸
۴	۱	$\frac{13}{2}$	آء = آء - آء - ۰.۰۶۴
۲	۲	$\frac{1}{2}$	آء = آء - آء - ۰.۰۹۱
۲	۱	$\frac{5}{2}$	آء = آء - آء - ۰.۲۵۵

شکل ۶۶ میں آء اور آء غیر صحیح توانائی کی سطحیں ہیں اور بقیہ صحیح سطحیں صحیح توانائی آن ذ کی ہیں۔ آء کی صحیح اور غیر صحیح توانائی کی سطحوں کا تفاوت بمحاذ پیمانہ تقریباً صحیح بتایا گیا ہے اور اس طرح آء کی صحیح و غیر صحیح کا تفاوت بمحاذ پیمانہ صحیح ہے لیکن جگہ کی قلت کی وجہ سے آء اور آء کی سطحوں کا تفاوت خلاف پیمانہ اور فرضی منتخب کر لیا گیا۔

اس طرح توانائی کی جوائنٹ لکیریں کھینچی گئی ہیں ان کو ہم ایک طرح سے برقیہ کے مختلف مداروں کا قائم مقام تصور کر سکتے ہیں اور مجموعی قدری عدد ۴ کے چار ناقصی مداروں سے مجموعی قدری عدد ۲ کے دو ناقصی مداروں میں برقیہ کی منتقلی کی تعبیر ان کی متعلقہ سطحوں کو لانے والے انتصابی خطوط سے ہو سکتی ہے۔ اردوے حساب واضح ہے کہ کال آء متعلقات ہو سکتی ہیں جن کی تعبیر شکل میں 'ا' 'ب' 'ج' 'د' 'ه' 'و' 'ز' 'ح' پر کے انتصابی خطوں سے ہوئی ہے۔ لیکن ہم نے ان میں سے صرف 'ا' 'ج' اور 'و' پر کے خطوں کو مسلسل کھینچا ہے۔



۱۔ مرقبہ پانچ کو نقطہ وار۔ اس کی وجہ یہ ہے کہ قاعدہ انتخاب کی رو سے صرف پہلی ہی تین منتقلیاں ممکن ہیں۔ پس اضافیت کے اصول (اور انتخاب کے قاعدہ) کے بموجب $H\beta$ کا خط چھٹ کر تین باریک خطوط پیدا کرتا ہے۔ شکل ۶۶ میں سب کے نیچے کے خط پر تقریباً پیمانہ کے بموجب ان آٹھ باریک خطوط کے موج عددوں کی نشان دہی کی گئی ہے جو اذروں کے حساب ممکن ہیں۔ امر واقعی یہ ہے کہ صرف تین ہی پیدا ہوتے ہیں۔ جن میں سے دو اس قدر قریب ہیں کہ ان کو تحلیل کرنے کے لیے ہمارے موجودہ آلات ناکافی ہوتے ہیں۔ اور $H\beta$ ایک موٹے اور ایک باریک خط میں پھٹا نظر آتا ہے۔

ذیل میں ان باریک خطوں کے موج عدد بھی درج کیے جاتے ہیں:-

$$(۱) \text{ سطح } ۱'۲ \text{ سے سطح } ۲'۲ \text{ کی منتقلی کا موج عدد } \tilde{\nu} = ۱۰۰۱۰ + \tilde{\nu}_H \text{ سمتر}$$

$$(۲) \text{ } ۲'۲ \text{ } ۲'۲ \text{ } \dots \dots \dots \tilde{\nu} = \tilde{\nu}_H + ۱۰۰۱۳$$

$$(۳) \text{ } ۳'۲ \text{ } ۲'۲ \text{ } \dots \dots \dots \tilde{\nu} = \tilde{\nu}_H + ۱۰۰۶۸$$

$$(۴) \text{ } ۴'۲ \text{ } ۲'۲ \text{ } \dots \dots \dots \tilde{\nu} = \tilde{\nu}_H + ۱۰۰۸۵$$

$$(۵) \text{ } ۱'۲ \text{ } ۱'۲ \text{ } \dots \dots \dots \tilde{\nu} = \tilde{\nu}_H + ۱۰۳۸۱$$

$$(۶) \text{ } ۲'۲ \text{ } ۱'۲ \text{ } \dots \dots \dots \tilde{\nu} = \tilde{\nu}_H + ۱۰۴۲۶$$

$$(۷) \text{ } ۳'۲ \text{ } ۱'۲ \text{ } \dots \dots \dots \tilde{\nu} = \tilde{\nu}_H + ۱۰۴۴۲$$

$$(۸) \text{ } ۴'۲ \text{ } ۱'۲ \text{ } \dots \dots \dots \tilde{\nu} = \tilde{\nu}_H + ۱۰۴۴۹$$

قاعدہ انتخاب۔ جوہر لائیڈ روجن کے مرکزہ کے گرد اس کے رقبہ کا

$$\text{زاویہ میعار حرکت} \quad \mu = \tilde{\nu} \cdot \frac{h}{\pi^2} \dots \dots \dots (۲۹)$$

اگر کسی بین مداری منتقلی میں استستی قدری عدد $\tilde{\nu}$ بدل کر $\tilde{\nu}_0$ ہو جاتا ہے تو

جوہری نظام کا زاویائی معیار حرکت

$$\Delta \text{ محو } = (N_2 - N_1) \frac{h}{332} = \Delta N \frac{h}{332} \dots\dots\dots (20)$$

زاویائی معیار حرکت کے بقاد کے کلیہ کے بموجب ایک ”بند نظام“ کا زاویائی معیار حرکت تبدیل نہیں ہو سکتا۔ ہم نے تسلیم کر لیا کہ جب ایک حالت سے دوسری حالت میں منتقلی عمل میں آتی ہے تو جوہر کا زاویائی معیار حرکت تبدیل ہوتا ہے پس اس سے ظاہر ہے کہ ہم جوہر کو ایک ”بند نظام“ نہیں مان سکتے۔ بلکہ ان بین مداری منتقلیوں میں جو اشعاع واقع ہوتا ہے اس کو ہم زاویائی معیار حرکت کی مقدار Δ محو کا اٹھایا جانا تصور کر سکتے ہیں۔ زاویائی معیار حرکت کے بقاد کے کلیہ کو اشعاع صادر کرنے والے ایک جوہری نظام پر عائد کر کے ددینا دش (Rubinowicz) نے ثابت کیا کہ ایسے بین مداری مردوں میں استثنیٰ قدری $N_2 + 1$ اور $N_1 - 1$ کی حد تک بدل سکتا ہے

$$N_2 = N_1 \pm 1$$

بقیہ تبدیلیاں ”ممنوع“ ہیں۔ اسی قاعدہ کو ”انتخاب کا قاعدہ“ کہتے ہیں۔ شکل ۱۱۱ میں جو نقطہ دار کیسینی خط اور توانائی کی سطحوں سے برقیہ کی منتطیاں بتائی گئی ہیں وہ اسی انتخاب کے قاعدہ کے تحت بتائی گئی ہیں اور وہ ظہور پذیر نہیں ہوتی ہیں۔

مشاہدہ سے ہائیڈروجن کے باہر والے خطوط ($H_\alpha, H_\beta, H_\gamma$) میں جو پھوٹ صیافت ہوئی ہے وہ سومر فلڈ کے اس نظریہ سے افذکی ہوئی منتتوں سے عئیک منتطی نہیں ہوتی۔ مچنداروانی (Ionised) ہیلیم کے بعض طیفی خطوط کی باریک ساخت مشاہدہ کرنے سے ایسے خطوط کا طیفی وجود بھی پایا جاتا ہے جن کو سومر فلڈ کا نظریہ ممنوع قرار دیتا ہے۔ برقیہ کے متعلق مداری گردش کے علاوہ اگر کوئی گردش بھی ذمن کی جائے اور جوئی میکانیات (Wave Mechanics) کے طریقے استعمال کر کے، ضافیت کا نظریہ عائد کیا جائے تو طیفی خطوط کی باریک ساخت مشاہدہ کے نتائج کے ساتھ اور بھی زیادہ منتطی ہوئی ہے۔

خالص طیف نگاری مقدمات کے ذریعہ، بہ اور ک

حاملگیر مستقلوں کی تعیین —

اس سے پہلے ہم نے سومر فلڈ والے منابطہ میں بتایا ہے کہ باریک

ساخت کے مستقل $\frac{2}{3} \equiv \left(\frac{2}{3} \right)$ کو ایک خاص اہمیت حاصل ہے

اس لیے کہ $\frac{2}{3} = 0.666$ سمتر جو ہائیڈروجن کا دوسرے طیفی خط کا مستقل کہلاتا ہے اس کے تابع ہے۔ اس طرح $\frac{2}{3}$ کی قیمت بذریعہ مشاہدہ و پیمائش 0.666 ± 0.001 برآمد ہوتی ہے۔ پس واضح ہے کہ ہم اس سے $\frac{2}{3}$ معلوم کر سکتے ہیں۔

مہذا طیفی مشاہدوں سے $\frac{2}{3}$ یعنی ہائیڈروجن کا ریڈ برگ مستقل 0.666 ± 0.001 ہے اور چونکہ وہ

$$\frac{2}{3} \text{ ک } \frac{2}{3} = \frac{\left(\frac{2}{3} \right)}{\left(\frac{2}{3} \right)}$$

جن میں سے $\left(\frac{2}{3} \right)$ کی قیمت بذریعہ $\frac{2}{3}$ اور $\frac{2}{3}$ کی قیمت بھی طیف نگاری طریقوں میں سے معلوم ہو جاتی ہے۔ [اس لیے کہ $\frac{2}{3}$ اور $\frac{2}{3}$ کی مدد سے ہم نے

قبل ازیں کثیت جوہر ہائیڈروجن کی قیمت کی تعیین کا جو طریقہ بیان کیا ہے اس پر

ذرا غور کرنے سے معلوم ہو جائیگا کہ یہ نسبت دراصل

(ہائیڈروجن ایون کے برقی بار) اور (برقیہ کے برقی بار) کی نسبت ہے کیونکہ

ہائیڈروجن ایون کا اور برقیہ کا برقی بار دونوں عین مساوی ہیں اور ساتھ ہی اس کے ہائیڈروجن ایون کے برقی بار اور اس کے جبرہ کی کثیت کی نسبت جو دراصل ہائیڈروجن گرام ایون کا برقی بار یعنی 96486 کولمب ہے پہلے ہی سے بخوبی معلوم ہے اس لیے برقیہ کے بار اور اس کی کثیت یعنی $\frac{2}{3}$ کی قیمت بھی

طیف نگاری طریقوں سے دریافت ہو جاتی ہے)۔ پس مندرجہ بالا مساوات سے یہ کیفیت محسوب ہو جاتی ہے اور پھر اس کے ذریعہ ک اور ہ کی قیمتیں علیحدہ محسوب ہو جاتی ہے۔

بیروں مرکزئی کثیر التعداد برقیوں والے عناصر کے

مناظری طیف۔ بوس کا نظریہ ہائیڈروجن اور ہائیڈروجن کے مماثل بیرون مرکزئی یک برقیہ والے عناصر کے لیے ٹھیک منطبق ہوتا ہے۔ چنانچہ ایک بار روانی ہوئی ہیلیئم یا دو بار روانی ہوئی لیتھیم کے طیف ہائیڈروجن کے طیف کے بہت مشابہ ہوتے ہیں، اس لیے کہ ہیلیئم کا جوہری عدد دو ہے اور لیتھیم کا تین۔ اول الذکر کے دو بیرونی برقیوں میں سے جب ایک برقیہ نکال دیا جاتا ہے اور ثانی الذکر کے تین بیرونی برقیوں میں سے دو نکال دیے جاتے ہیں تو صرف ایک ایک برقیہ باقی رہتا ہے جس کی وجہ سے ان جوہروں کی ساخت معمولی ہائیڈروجن کے جوہر کی ساخت کے مماثل ہو جاتی ہے۔ فرق صرف مرکزہ کی کمیتوں میں پایا جاتا ہے۔

ایک سے زائد بیرونی برقیے والے جوہر کے لیے بوس کا نظریہ استعمال کرنے میں ناقابل حل حسابی دقتیں پیش آتی ہیں۔ سو مرفلڈ نے بعض تجربی مشاہدات کی مدد سے ایسے جوہر کی ساخت کے متعلق چند جائز مفروضوں سے کام لے کر بوس کا نظریہ استعمال کیا اور ان کے طیف کے لیے جو ضابطے حاصل کیے ان سے تقریبی حد تک واقعات کی ترجمانی ہوئی ہے۔

جس طرح ایک بار روانی ہوئی ہیلیئم کا مناظری طیف طبعی ہائیڈروجن کے طیف کے مشابہ ہے اسی طرح ایک بار روانے ہوئے میگنیشیم کا طیف طبعی سوڈیم کے طیف کے ساتھ ایک حد تک مشابہت رکھتا ہے۔ طیف ثنائی اصطلاح میں میگنیشیم کا شعرا درئی طیف سوڈیم کے قوسی طیف کے مشابہ ہے۔ اسی طرح سوڈیم کا شعرا درئی طیف نیون (Neon) کے قوسی طیف کے

مشابہ ہے۔ (اور عموماً ایک عنصر کا شارسری طیف اس کے متصل کے کمتر جوہری عدد والے عنصر کے قوسی طیف کے مشابہ ہے۔ یہ کلیہ ڈسپلیسمنٹ (Displacement) یعنی ہٹاؤ کا کلیہ کہلاتا ہے۔

ضمیمہ طبیعیات برق کے گیارہویں باب میں ہم نے جواہر کی خست

پر بحث کرتے ہوئے مرکزے کے گرد P 'O' N 'M' L 'K

اور Q خولوں کا تصور پیش کیا تھا جو طبیعی کیسائی نقطہ نظر سے مفید اور سومر فلٹ کے اس تقریبی حسابی عمل کے سمجھنے میں بکار آمد ہے۔ توقع کی جاتی ہے کہ طالب علم پہلے اسی محولہ باب کا مطالعہ کر لینگے۔ ذیل کی جدول میں ہم بتا رہے ہیں کہ جوہر عناصر کے دوری نظام میں سے بطور نمونہ ابتداء کے چند عناصر کو سلسلہ دار لکھ کر ان کے جوہری عدد، ان کے خولوں (یا مداروں) کے برقیوں کی تعداد اور متعلقہ حاصل مجموعی قدری عدد (N) کی تصریح کرتے ہیں۔ اس کے مطالعہ سے معلوم ہوگا کہ جوہری عدد کے اضافہ کے ساتھ مرکزوں کے گرد خولوں میں برقیوں کی ترتیب کس طرح بتدریج بدلتی ہے۔ غیر عامل گیسوں (ہیلیم، نیون وغیرہ) کے خول کس طرح برقیوں سے "مکمل" متصور ہو سکتے ہیں اور تیز عامل عناصر (لیتھیم، سوڈیم، پوٹاشیم وغیرہ) کے سب سے بیرونی خول میں ایک زائد برقیہ ہائیڈروجن کے برقیہ کے مماثل کیونکر کیفیت پیدا کرتا ہے۔

(۳) دور			(۲) دور			(۱) دور		
۳	۲	۱ = ۰	۲	۱ = ۰		۱ = ۰		
۱	۸	۲ Na ۱۱	۱	۲ Li ۳		۱ H ۱		
۲	۸	۲ Mg ۱۲	۲	۲ Be ۴		۲ He ۲		
۳	۸	۲ Al ۱۳	۳	۲ B ۵				
۴	۸	۲ Si ۱۴	۴	۲ C ۶				
۵	۸	۲ P ۱۵	۵	۲ N ۷				
۶	۸	۲ S ۱۶	۶	۲ O ۸				
۷	۸	۲ Cl ۱۷	۷	۲ F ۹				
۸	۸	۲ A ۱۸	۸	۲ Ne ۱۰				

دور (۵)	دور (۴)
۵ ۴ ۳ ۲ ۱ = N	۴ ۳ ۲ ۱ = N
۱ ۸ ۱۸ ۸ ۲ Rb ۳۷	۱ ۸ ۸ ۲ K ۱۹
۲ ۸ ۸ ۲ Ca ۲۰	۲ ۸ ۸ ۲ Ca ۲۰
بعض صورتوں میں کسی قدر پیچیدہ ترتیب	بعض صورتوں میں کسی قدر پیچیدہ ترتیب
۸ ۱۸ ۱۸ ۸ ۲ Xe ۵۴	۸ ۱۸ ۸ ۲ Kr ۳۶
دور (۶)	دور (۶)
۷ ۶ ۵ ۴ ۳ ۲ ۱ = N	۶ ۵ ۴ ۳ ۲ ۱ = N
۱ ۸ ۱۸ ۳۲ ۱۸ ۸ ۲ Ac	۱ ۸ ۱۸ ۱۸ ۸ ۲ Cs ۵۵
۲ ۸ ۱۸ ۳۲ ۱۸ ۸ ۲ Ra ۸۸	۲ ۸ ۱۸ ۳۲ ۱۸ ۸ ۲ Ni ۸۸
بعض صورتوں میں کسی قدر پیچیدہ ترتیب	بعض صورتوں میں کسی قدر پیچیدہ ترتیب
۲ ۱۲ ۱۸ ۳۲ ۱۸ ۸ ۲ U ۹۲	۸ ۱۸ ۳۲ ۱۸ ۸ ۲ Ni ۸۸

اس سے پہلے ذکر آچکا ہے کہ مشاہدات کی بناء پر عناصر کے مناظری طیفی سلسلوں سے متعلق طیفی خط کے موج عدد (ع) کی قیمن کے لیے ریش (Ritz) نے جو عام مساوات

$$ع = R \left[\frac{1}{(n_1 + \mu + \beta)^2} - \frac{1}{(n_2 + \mu + \beta)^2} \right] \dots (1)$$

ہدایت کی ہے اس میں n_1 اور n_2 تغیر پذیر صحیح اعداد ہیں، μ اور β مستقل عدد ہیں اور β اور $\beta + \mu$ کسی ایک مخصوص سلسلہ کے لیے تقریباً مستقل ہیں۔

اس سے براہ راست یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ پیچیدہ ساخت کے جوہر کی توانائی کی سطحوں کا ضابطہ بشکل

$$E_n = B - \frac{R}{(n + \mu + \beta)^2} \dots (2)$$

ہوتا ہے جو ہائیڈروجن کے طبعی سلسلہ کے ضابطہ

$$\text{اُن} = \text{ب} - \frac{H^2}{n^2} \dots \dots \dots (۳)$$

سے صرف مساوات کے بائیں جانب کی دوسری رقم کے نسب مناسبت کی حد تک مختلف ہے -

مندرجہ بالا تین ضابطوں پر غور کرنے سے واضح ہوگا کہ جوہر کی خست میں اس کے بیرون مرکزی برقیوں کے اضافہ سے جو پیچیدگی پیدا ہوتی ہے اس سے جوہر کی حرکیات (Dynamics) میں کوئی بڑی تبدیلی نہیں واقع ہوتی - اس لیے سوہم فلڈا نے جو سب سے پہلے قلوبی دھاتوں کے طیف پر اس نقطہ نظر سے بحث کی ہے تقریبی طور پر فرض کیا کہ ان دھاتوں کا صرف ایک برقیہ (ہائیڈروجن کے برقیہ کی طرح) طبعی خطوط کی پیدائش کے لیے توانائی جذب اور خارج کرتا ہے - اگر عنصر کا جوہر ہی عدد (جعبہ ۱) ہے تو (جعبہ ۱-۱) برقیہ ایک اندرونی دائرہ پر ترتیب پا کر یکساں برقی کثافت والے دائرہ کی سی کیفیت پیدا کرتے ہیں جس کا مجموعی برقی بار - (جعبہ ۱-۱) ہوتا ہے - ایسے نظام میں بیرون برقیہ کی جو گردشی حرکت ہوگی مرکزی غیر کولمبی برقی میدان کے تابع ہوگی یعنی ایسی قوت کے زیر اثر ہوگی جس کا کلیہ فاصلہ کے عکسی مربع کا کلیہ نہ ہوگا -
ایسے نظام کی توانائی بالقوہ

$$Q = - \frac{e^2}{r_1} + \frac{e^2}{r_2} + \frac{e^2}{r_3} + \dots \dots \dots (۴)$$

جس میں $e_1 = \frac{1}{r_1}$ (جعبہ ۱-۱) بہ e_2 اور $e_3 = \frac{1}{r_3}$ (جعبہ ۱-۱) بہ e_4

اور $e_5 \equiv$ اندرونی برقی دائرہ کا نصف قطر

اس نظام کی توانائی بالحرکت $T = \frac{1}{2} (m_1 v_1^2 + m_2 v_2^2 + \dots)$

اور چونکہ α مجموعہ فرقہ = n ہ، جس میں n ذرات سمی قدری عدد ہے
 پس حاصل مجموعی توانائی

$$E = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{\pi^2} + \frac{1}{\pi^2} \right) + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} =$$

اور
$$E = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{\pi^2} + \frac{1}{\pi^2} \right) + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} =$$

 جس سے
$$E = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{\pi^2} + \frac{1}{\pi^2} \right) + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} =$$

جس میں
$$E = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{\pi^2} + \frac{1}{\pi^2} \right) + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} =$$

 مساوات (۵) کا مساوات (۲) سے مقابلہ کر کے دیکھا جائے تو معلوم ہوگا

$$E = \frac{1}{2} \left(\frac{n}{\pi^2} + \frac{1}{\pi^2} \right) + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} + \frac{1}{2} =$$

قدری عدد

واضح ہے کہ ۱ اور ۲ دونوں اتمی قدری عدد کے تفاعل ہیں، لیکن ب
 مہذا توانائی ۱ کا بھی تفاعل ہے۔ دونوں بھی نسبت چھوٹے عدد ہیں،
 ص طبیعی جوہری نیم قطر کا نصف لیا جاسکتا ہے۔ ریش کی حوالہ بالا مساوات
 طبیعی جوہر کے قوسی طیف کے چار سلسلوں کی عام تعبیر ہے جو صد تیز
 منتشر اور اساسی یا برگمان کے سلسلے کہلاتے ہیں۔ یہ سلسلے مساوات (۱)

(یعنی ریش کی مساوات) میں عام رقموں $1, 2, 3, \dots$ کے عوض ان کی خاص خاص قیمتیں درج کرنے سے حاصل ہوتی ہیں۔ ذیل میں ہم ان کو پاشن (Paschen) کے جدید طریقہ کتابت کے بموجب انگریزی میں لکھ کر پیش کرتے ہیں:-
[واضح رہے کہ \bar{v} سے مراد خط کا موج عدد ہے]

$$(۶) \dots \begin{cases} \bar{v} = R \left[\frac{1}{(1+S+\sigma)^2} - \frac{1}{(n+p+\pi)^2} \right] & \text{Principal Series} \\ \bar{v} = R \left[\frac{1}{(2+p+\pi)^2} - \frac{1}{(n+s+\sigma)^2} \right] & \text{Sharp Series} \\ \bar{v} = R \left[\frac{1}{(2+p+\pi)^2} - \frac{1}{(n+d+\delta)^2} \right] & \text{Diffuse Series} \\ \bar{v} = R \left[\frac{1}{(3+d+\delta)^2} - \frac{1}{(n+f+\phi)^2} \right] & \text{Bergmann Series} \end{cases}$$

یا مختصراً

$$(۷) \dots \begin{cases} \bar{v} = 1S - np; n=2,3,4 & \text{صدر سلسلہ} \\ \bar{v} = 2p - nS; n=2,3,4 & \text{تیز} \\ \bar{v} = 2p - nd; n=3,4,5 & \text{منتشر} \\ \bar{v} = 3d - nf; n=4,5,6 & \text{برگمان} \end{cases}$$

مساوات (۱) کا مساواتوں (۶) سے مقابلہ کرنے سے معلوم ہوگا سلسلہ کی ہر رقم میں 1 مستقل ہے۔ یعنی (۶) میں جہاں جہاں s, p, d اور f رقمیں لکھی گئی ہیں وہ مساوات (۱) کی $1, 2, 3, \dots$ رقموں کی خاص خاص قیمتیں ہیں۔ پس مصرعہ بالا ان چار رقموں میں سے ہر ایک رقم ایک مستقل استقامتی عدد کو تعبیر کرتی ہے اس لیے کہ جو $\frac{1}{n^2}$ کے مساوی ہے استقامتی عدد n کا تفاعل ہے اور بدین وجہ ہر ایک سلسلہ میں تغیر پذیر عدد n ہے۔ (۷) رقموں میں حاصل مجموعی

قدری عدد (n) کی قیمت ہو سکتی ہے۔ لیکن چونکہ $n = n_1 + n_2$ اور قبل ازیں بتا دیا گیا ہے کہ انتہائی عدد n_1 صفر نہیں ہو سکتا۔ پس جملہ (s) رقموں کے لئے n_1 کی قیمت اکائی ہے۔ مہذا ”قاعدہ انتخاب“ کی رو سے جوہری نظام کی توانائی میں صرف ایسا ہی تغیر جائز ہے جس میں n_1 بقدر $+1$ یا -1 بدلتا ہے۔ پس (p) رقموں کے لئے $n_1 = 2$ (d) رقموں کے لئے $n_1 = 3$ اور (f) رقموں کے لئے $n_1 = 4$ ۔ اس سے واضح ہوتا ہے کہ ریش کے استثنائی (empirical) ضابطوں کی (۶) اور (۷) مساواتوں میں درج ہیں) سوہر فلڈ کے مصرعہ بالا نظریہ سے بہت خوبی کے ساتھ تعبیر ہوتی ہے۔

بند نما طیفوں۔ ان کا مختصر ذکر ضمیمہ برق کے گیا رہوں گا۔ میں آیا ہے۔ ان طیفوں کو بلحاظ تعلق سالمی طیفوں بھی کہتے ہیں۔ بند نما طیفوں کی تجربی و نظری تحقیقات سے سالہ کے طبیعی ابعاد کے متعلق اکثر و بیشتر ایسے معلومات حاصل ہوئے ہیں جن کا اب تک پتہ نہیں چل سکتا تھا۔ اس لیے بند نما طیف پیمائی کو آجکل بڑی اہمیت دی جاتی ہے۔ بہ نظر اختصار اس کتاب کے لیے ہم اس کے صرف چند ضروری امور کا بیان کر دینا ہی کافی سمجھتے ہیں۔

بند نما طیفوں کے تین اجزاء مشاہدہ ہوتے ہیں۔ ایک جزو طیف کے بعید پائین سرخ حصہ میں ہے جو گردش بند نما طیف کہلاتا ہے۔ دوسرا قریب پائین سرخ حصہ میں ہے جو اہتزاز گردش بند نما طیف کہلاتا ہے۔ اور تیسرا مرئی یا بالائے بنفشی حصہ میں جس کو بوجی بند نما طیف کہتے ہیں۔ کافی بڑی طاقت کے طیف پیماس استعمال کرنے سے بند نما طیفوں تحلیل ہو کر باریک خطوں کی شکل میں دکھائی دیتے ہیں۔ گردش بند نما طیفی خط کا تعدد ارتعاش نیو سے تعبیر کیا جاتا ہے۔ اہتزاز گردش خط کا تعدد نیو سے اور برقی خط کا تعدد نیو سے۔

(۱) خطی طیف کے نظریہ کی تعلید کرتے ہوئے بند نما طیفوں کی

توجیہ سالمہ کی قدری حالت کے تغیر سے کی جاتی ہے۔ ہم فرض کریں گے کہ سالمہ اپنی سادہ ترین صورت میں دو جوہروں پر مشتمل ہے جن کی کمیتیں k اور j کو ظاہر کرنے والے خط کا طول 2 ص ہے۔ سالمہ اس خط کے ثابت نقطہ تنصیف میں سے علی القوائم گزرنے والے محور کے گرد گھومتا ہے۔ اس طرح پر کہ دونوں جوہر ایک کروی سطح پر حرکت کرتے ہیں۔ ایسی صورت میں سالمہ کی توانائی گردشی توانائی ہوگی۔ موجی میکانیات (Wave Mechanics)

کے طریقوں سے اس کا ضابطہ بنتا ہے
$$\frac{h^2 n^2}{8\pi^2 m} = (1+n) \dots (1) \text{ اصل ہوتا ہے۔}$$

جس میں h پلانک کا عالمگیر مستقل، n ایک مثبت صحیح عدد ہے اور m سالمہ کے جمود کا معیار اثر۔ اگر سالمہ کے دونوں جوہر ایک ہی ہوں تو $m = 2$ ص۔

قدری اصول کے بموجب توانائی کی تبدیلی صحیح اعداد ہی کے لحاظ سے عمل میں آئیگی۔ n کی حیثیت چونکہ اشمی قدری عدد کی سی ہے اس لیے توانائی کی ان تبدیلیوں میں n کی قیمت صرف ± 1 (یا صفر) کے حساب سے تبدیل ہوگی۔ قدری عدد جب m سے بدل کر m ہوتا ہے تو توانائی میں تبدیلی

$$\Delta E_n = \frac{h^2}{8\pi^2 m} \{ (n+1)^2 - n^2 \} = \frac{h^2}{4\pi^2 m} n \dots (2)$$

$$\text{پس } \Delta E_n = \frac{h^2}{8\pi^2 m} \{ (n+\frac{1}{2})^2 - (n-\frac{1}{2})^2 \} = \frac{h^2}{4\pi^2 m} n \dots (3)$$

$$\text{اور } \Delta E_n = \frac{h^2}{8\pi^2 m} (n+1)^2 = \frac{h^2}{4\pi^2 m} (1+n) \dots$$

اس طیف کے خطوط مساوی فاصلوں پر ہوتے ہیں۔ اس کی مثال آبی بخار کا جذبی بند نا طیف ہے۔

اگر قدری عدد n کی قیمت صفر سے بدل کر 1 ہو جائے تو

$$\frac{h^2}{2\pi^2} = \left\{ \left(\frac{1}{2} \right)^2 - \left(\frac{1}{2} + 1 \right)^2 \right\} \frac{h}{2\pi^2} = \dots$$

ذیل میں ہم بوس کے نظریہ سے ان توانائیوں کا ضابطہ حاصل کرتے ہیں، لیکن یہ ضابطہ محض تقریبی ہوگا۔ سالمہ کی گردشی توانائی جس = $\frac{1}{2} h$ جس میں h = سالمہ کی زاویائی رفتار، اس کا زاویائی معیار حرکت = h اور بوس کی قدری شرط کے بموجب

$$2\pi^2 (h) = N h \quad \text{جس میں } N = 1, 2, 3, \dots$$

پس ان دونوں مساواتوں سے h کو ساقط کرنے سے

$$(2) \quad \dots \dots \dots \frac{N^2 h}{2\pi^2} = \dots$$

$$\text{اور } N_1, N_2, \dots = \frac{h}{2\pi^2} (N_1^2 - N_2^2) \dots \dots \dots (5)$$

واضح ہو کہ موجی میکانیات کی زیادہ صحیح مساوات میں بجائے قدری اعداد N کے $(N + \frac{1}{2})$ شریک ہیں۔

(ب) سالمہ کی گردشی حرکت کے علاوہ اس کے جوہر جو ایک دوسرے سے $1/2$ فاصلہ پر فرض کیے گئے ہیں ان کو ملانے والے خط پر اپنے مقام تعادل کے گرد ہتھکڑی کر سکتے ہیں۔ اگر یہ ہتھکڑی سادہ موسیقی ہو تو اس کی مساوات

ک $\frac{h^2}{2\pi^2} = \dots$ ہلا جس میں ک جوہر کی کمیت اور ہ ایک مستقل ہے۔ موجی میکانیات کے طریقہ سے ایک ایک جوہر کی توانائی

$$T = (N + \frac{1}{2}) \frac{h}{2\pi^2} \dots \dots \dots (6) \quad \text{برآمد ہوتی ہے۔}$$

اور اگر سالمہ ایک ہی عنصر کے دو جواہر پر مشتمل ہے تو

$$(۷) \quad \text{تو } (ن + \frac{۱}{۴}) \frac{۵}{۳} \overline{\frac{۵}{۳}} \dots\dots\dots$$

پس قدری عدد ن سے ن میں جب منتقلی واقع ہوتی ہے تو

$$(۸) \quad \text{نو، ن، ن} = (ن - \frac{۱}{۴}) \frac{۱}{۳} \overline{\frac{۵}{۳}} \dots\dots\dots$$

کلیۃ انتخاب کے بموجب (ن - ن) = ۱ ± پس

$$\overline{\frac{۵}{۳}} \frac{۱}{۳} = \text{نو}$$

در حقیقت سالمہ کے جواہر کا ارتزاز غیر سادہ موسیقی ہوتا ہے۔ اور اس کے بموجب توانائی کا زیادہ صحیح ضابطہ

$$\text{تو } = \frac{۵}{۳} \overline{\frac{۵}{۳}} (ن + \frac{۱}{۴}) [۱ - (ن + \frac{۱}{۴}) + (ن + \frac{۱}{۴})^۲ + \dots\dots]$$

جس میں عم، عم، بہت چھوٹے مقادیر ہیں۔ اس جملہ کو ایک دوسرے طریقہ پر پھیلانے سے

$$\text{تو } = ۱ + عم - ن - عم + عم - ن$$

اور کلیۃ انتخاب میں بھی ترمیم ہو کر قدری عدد ن عموماً ۱ یا ۲ کے حساب سے تبدیل ہوتا ہے ہم بوس کے طریقہ سے تو کے لیے ضابطہ اخذ کریں گے اور بتائیں گے۔ یہ ضابطہ موجی میکانیات والے زیادہ صحیح ضابطہ سے کس حد تک مختلف ہے۔

$$\text{چونکہ } ک \frac{۲}{۳} = \dots\dots \text{ملا لہذا } = ب جب ۳۲ ع و اور ۳۲ ع = \overline{\frac{۵}{۳}}$$

ارتزاز کرنے والے جوہر کی توانائی

$$ت = \frac{۱}{۴} ک (\frac{۲}{۳} فر) + \frac{۱}{۴} ک$$

چونکہ n کی تبدیلیاں ± 1 کے حساب سے عمل میں آتی ہیں اس لیے
تعدد ارتعاش

$$\begin{aligned} \frac{n}{n_1} + \frac{n}{n_2} &= \frac{5(1+n)^2}{2 \times 16} + \frac{1}{11} (n_1 - n_2) \\ \frac{n}{n_1} + \frac{n}{n_2} &= \frac{5(1+n)}{2 \times 8} + \frac{1}{11} (n_1 - n_2) \end{aligned}$$

جس کو شکل $n + \frac{n}{n_1} = n_2 + \frac{n}{n_2}$ لکھ سکتے ہیں۔

چونکہ $H = K \times \frac{1}{\lambda}$ اور $\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2}$ اور $E = \frac{hc}{\lambda}$ لہذا سالمہ کا گردشی تعدد سالمہ کے بین جوہری فاصلہ (۲ ص) کے مربع کے بالعکس بدلتا ہے اور استنزازی تعدد جوہر کے حیظہ استنزازی (ب) کے مربع کے بالعکس۔ لیکن b بہ نسبت v کے بہت چھوٹا ہے اس لیے n کی قیمت بمقابلہ n_2 کے بہت زیادہ ہے۔ گویا اصل تفسیر استنزازی توانائی کا ہے اور اس کے ساتھ گردشی توانائی کے بھی چند ایک ممکنہ تغیرات عمل میں آتے ہیں بالفاظ دیگر n سے طیف کے اس حصہ کی تعیین ہوتی ہے جس میں استنزازی گردشی بند موجود ہوتے ہیں اور n بندوں کے منفردہ خطوط کے درمیانی فاصلوں کو تعبیر کرتا ہے۔

ایسے طیف کی مثالیں ہائیڈروجن کے مرکبات میں پائی جاتی ہیں جو کلورین، برومین اور فلورین کے ساتھ مل کر بنتے ہیں۔

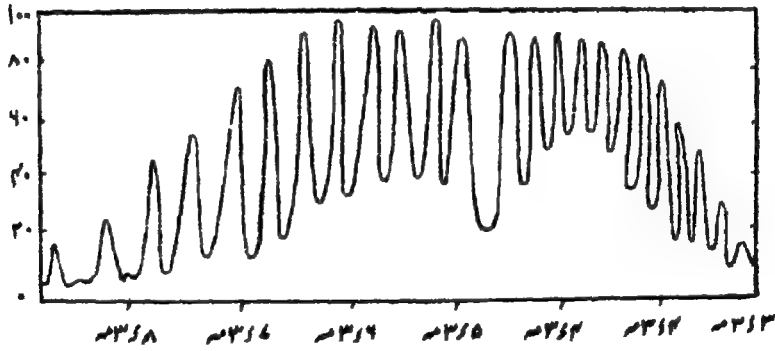
ٹسرنی (Czerny) نے ہائیڈروجن کلورائیڈ (HCl) گیس کے بعید پائین سرخ حصہ طیف میں ۱۲۰ مائیکرون (120 μ) یعنی 10×120 انگسٹروم تک جذبی خطوط کی پیمائش کی اور ان کے تعدد کے لیے ضابطہ $n = 206692 - 0.00142 \times 10^6 \dots \dots \dots (11)$ دریافت کیا جس میں m کی قیمتیں صحیح عددی ہیں جو ایک خط سے دوسرے

خٹا کے لیے بدلتی جاتی ہیں۔ m والی رقم کی توصیہ اس طرح کی جاتی ہے کہ سالمہ جب بہت تیز زاویائی رفتاروں کے ساتھ حرکت کرنے لگتا ہے تو اس کا بین جوہری فاصلہ بڑھ جاتا ہے جس کی وجہ سے جمود کا معیار اثر (حج) بھی بڑھ جاتا ہے۔

گردشی طیف کے ضابطہ نہ $n + 1 = \frac{h}{m \lambda} (n + 1)$ سے مساوات (۱۱) کا مقابلہ کرنے سے

$$(n + 1) = m \text{ پس } n = m - 1 \text{ اور } \frac{h}{m \lambda} = 2.049 \times 10^{-8} \text{ ثانیہ}^{-1}$$

پس (HCl) سالمہ کے جمود کا معیار اثر براہ راست 2.049×10^{-8} گرام سمر^۲ مصوب ہوتا ہے۔ بائیڈروجن اور کلورین کی کمیتیں معلوم کر کے (HCl) سالمہ کے بین جوہری فاصلہ کی قیمت تقریباً 1.0×10^{-10} سمر دریافت کی جاتی ہے۔



طول موج
HCl کے اساسی ہیزا گردشی بند کا انجذابانی اسپیکٹروگرام (طیفی نقشہ)

شکل ۶۴

(منقول از آؤٹلائٹین آف اٹومک فزکس چپمین اینڈ بال لندن)

اہتر از گردشی بند نما طیف کے طول موج آٹھ ہزار انگسٹروم سے
پچاس ہزار انگسٹروم تک مشاہدہ ہوئے ہیں۔

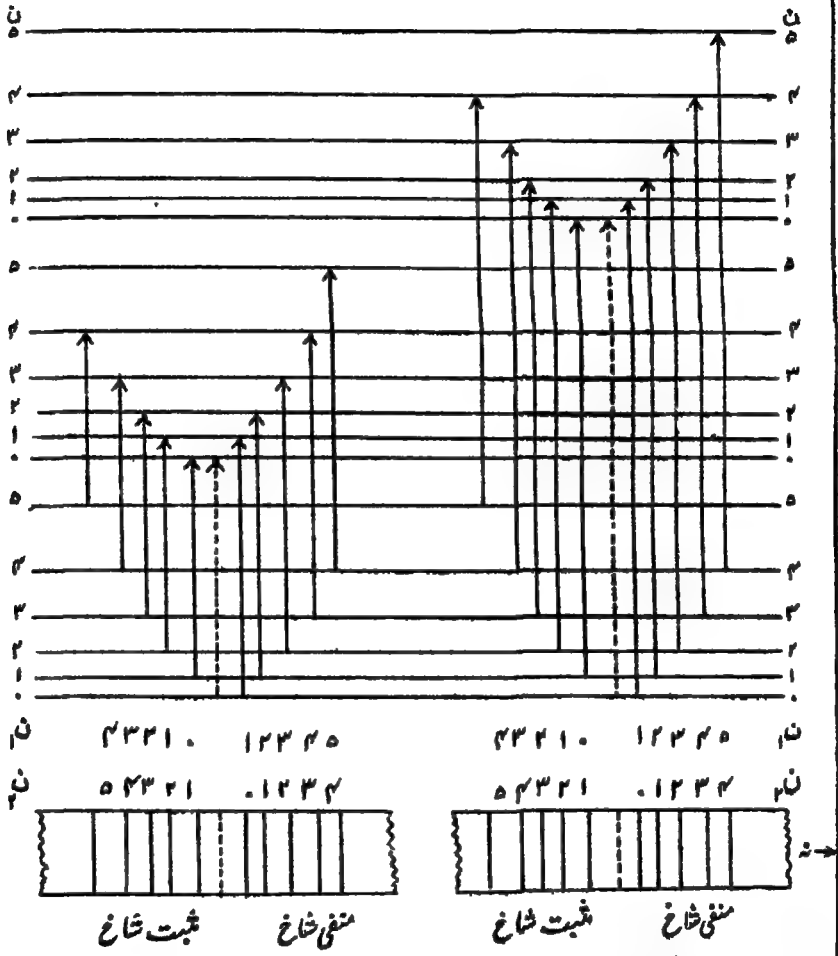
شکل ۶۸ میں ہم نے چیپمین اینڈ ہال لندن کی شایع کردہ کتا
آؤٹ لائن آف اٹومک فزکس سے HCl کے اساسی بند نما طیف
کے قریب پائین سرخ انجذابی نقشہ نقل کیا ہے جس کے وسطی حصہ کا طول موج
 $۳۶۳۱.۰ \times HCl$ انگسٹروم ہے۔ HCl کے بند نما طیف کی یہ ایک بڑی
خصوصیت ہے کہ وسطی حصہ کا طیفی خط غائب ہے۔ اس وسطی غائب خط
کے دونوں جانب مساوی فاصلوں پر خطوط مشاہدہ ہوتے ہیں۔

شکل ۶۸ میں جو متذکرہ بالا کتاب ہی سے نقل کی گئی ہے
سالہ کی توانائی کی سطحوں کھینچ کر خطوط کی پیدائش کی توجیہ کی گئی ہے۔
شکل کے معائنہ سے معلوم ہوگا کہ بند نما طیف کے وسطی حصہ کے غائب خط
کے اسباب کیا ہیں۔ یہ خط توانائی کی سطحوں کے لحاظ سے ایسی منتقلی کو تعبیر کرتا
ہے جس میں گردشی قدری عدد n تبدیل نہیں ہوتا ہے۔ بند نما طیف
کی مثبت شاخ ایسے خطوط پر مشتمل ہے جن کے لیے $n - n = 1$ اور حرف
(R) سے تعبیر کی جاتی ہے۔ منفی شاخ حرف (P) سے تعبیر کی جاتی ہے اور
اس کے خطوط کے لیے $n - n = 1$ ۔

شکل ۶۸ کے ملاحظہ سے معلوم ہوگا کہ HCl کے اساسی بند نما طیف
کے علاوہ (جو ۳۶۳۱ مہ کے پاس واقع ہوتا ہے) ایک دوسرے تعدد کا پہلا بار مونک بند
بھی پایا جاتا ہے جو ۶۶۱۵ مہ کے پاس واقع ہے۔

گردشی بند کے تعدد کے ضابطہ میں چونکہ سالہ کے جہود کا معیار اثر شریک ہے اور
ہیجا (Isotope) عناصر کے وزن جو ہر مختلف ہوتے ہیں اس لیے مختلف ہیجائی عناصر کے
سالہات کے تعدد ارتعاش بھی مختلف ہوتے ہیں جس کی وجہ سے توانائی کی سطحوں کا انتقال بھی
مختلف ہوتا ہے اور انجذابی طیف کے منحنی کے آثار چڑھاؤ میں اختلاف پایا جاتا ہے۔ HCl

طیف میں بھی یہ اختلاف مشاہدہ ہوتا ہے اس لیے کہ کلورین کے



اساسی بند ۴۶ ۳۵ ۳۴ ۳۳ ۳۲ ۳۱

پہلا ہارمونک بند ۱۵۴ ۱۵۳ ۱۵۲ ۱۵۱ ۱۵۰ ۱۴۹

HCl کے اساسی اور پہلے ہارمونک بندوں کی پیدائش سے متعلق توانائی کی سطحوں کا قیاسی نقشہ

(منقول از آؤڈیٹ لائین آف الٹی ملٹ فریکس چیمین اینڈ آل لنڈن) شکل ۶۸

اس لیے کہ گروشی قدری عدد n سے n میں تبدیل ہوتا ہے اور سالہ کے
 جود کا معیار اثر $\frac{1}{n}$ سے $\frac{1}{n}$ میں۔ یہ مساوات شکل $n = \frac{1}{n} + \frac{1}{n} + \frac{1}{n}$
 بھی لکھی جاسکتی ہے اگر $n = \frac{1}{n} - \frac{1}{n}$ (۱۲) پس مصرعہ بالا مساوات
 ان میں $(\frac{1}{n} + \frac{1}{n})$ بمقابلہ $\frac{1}{n}$ کے بہت بڑا ہے۔ پس مصرعہ بالا مساوات
 ایک ایسے طبعی خطوط کے مجموعہ کو تعبیر کرتی ہے جو ایک معین $(\frac{1}{n} + \frac{1}{n})$
 کے ساتھ وابستہ ہے۔ اس مجموعہ خطوط کے منفردہ ارکان کی تعیین قدری عدد
 n سے ہوتی ہے جس کی قیمتیں $\frac{1}{n}$ ، $\frac{2}{n}$ ، $\frac{3}{n}$ ، وغیرہ ہوتی ہیں۔
 کلیہ انتخاب کے بموجب حسب معمول قدری عدد بحساب ± 1 یا صفر
 بدلتا ہے۔

پس مساوات (۱۲) میں اگر بجائے n کے $n-1$ لکھیں تو

$$n = \frac{1}{n} + \frac{1}{n} - \frac{1}{n} = \frac{1}{n} + \frac{1}{n} - \frac{1}{n} \quad (13)$$

اگر بجائے n کے $n+1$ لکھیں تو

$$n = \frac{1}{n} + \frac{1}{n} - \frac{1}{n} = \frac{1}{n} + \frac{1}{n} - \frac{1}{n} \quad (14)$$

یعنی قدری عدد n کی تبدیلی سے

$$n = \frac{1}{n} + \frac{1}{n} - \frac{1}{n} = \frac{1}{n} + \frac{1}{n} - \frac{1}{n} \quad (15)$$

اور اگر مساوات (۱۲) میں بجائے n کے n لکھیں تو

$$n = \frac{1}{n} + \frac{1}{n} - \frac{1}{n} = \frac{1}{n} + \frac{1}{n} - \frac{1}{n} \quad (16)$$

بطور اختصار مساواتیں (۱۳) و (۱۴) شکل

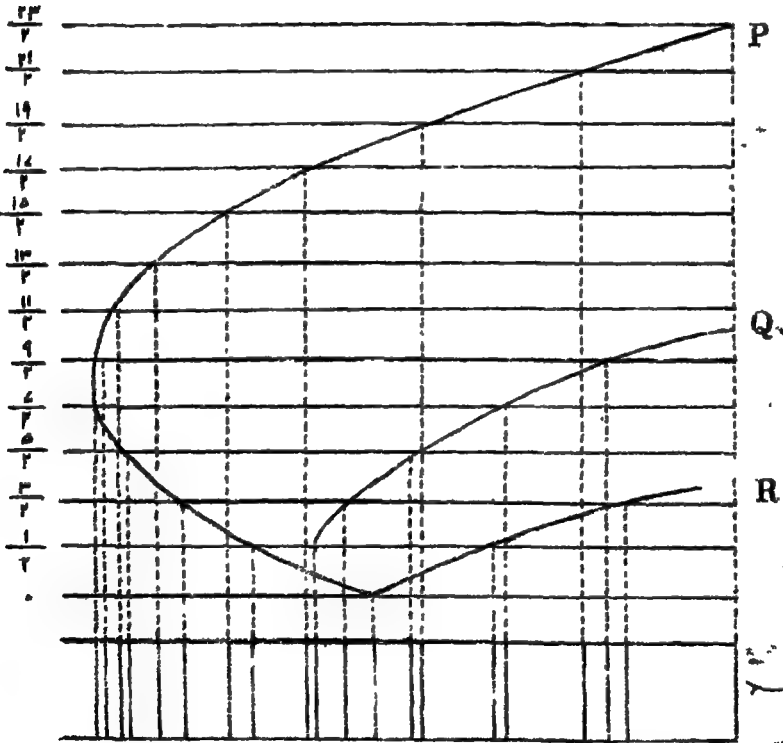
$$\left\{ \begin{array}{l} n = 1 \pm 2b + c^n \\ n = 1 + c^n \end{array} \right. \quad (17)$$

لکھی جاسکتی ہیں۔

$$\text{جن میں } ۱ = \text{نہج} + \text{نہو} - \frac{۵}{۲۲۸} \text{ حج} ، \text{ب} = \frac{۵}{۲۲۸} \text{ حج}$$

$$\text{ج} = \frac{۵}{۲۲۸} \left(\frac{۱}{\text{حج}} - \frac{۱}{\text{حج}} \right) \text{ اور } ۱ = \text{نہج} + \text{نہو}$$

مساواتوں (۱۵) میں ن کی قیمت $\frac{۱}{۲}$ ، $\frac{۳}{۲}$ ، $\frac{۵}{۲}$ ، ہو سکتی ہے۔ واضح ہے کہ '۱' اور 'ب' مثبت ہیں اور 'ج' خواہ مثبت ہے یا منفی - نہج کی کسی مقررہ قیمت کے لیے قوج مستقل ہے۔



برقی بند نماطیوں کا نقشہ بتلید فری ٹراٹ

شکل ۱۹

برقی بندناطیف کے مجموعہ خطوط کی توضیح کے لیے شکل ۶۹ میں جو فورٹراٹ (Fortrat) کا نقشہ کہلاتا ہے نہ اور ن کی ترسیم کھینچی گئی ہے۔ مساوات نہ = ۱ ± ۲ ب + ج ن چونکہ بلحاظ ن دوم درجہ کی ہے اس لیے دو مکافیوں کو تعبیر کرتی ہے۔ شکل مذکور میں ان کے صرف دو حصے مرسم ہیں جو محور نہ = ۰ کے اوپر واقع ہیں اور وہ اسی محور پر باہر دیگر بمقام نہ = ۱ ایک دوسرے کو قطع کرتے ہیں ان کے راس نقاط نہ = ۱ - $\frac{ب}{ج}$ 'ج' ن = ۱ ± $\frac{ب}{ج}$ پر واقع ہیں (جیسا کہ مساوات کو باعتبار ن حل کر کے اس کی اصلوں پر غور کر کے معلوم ہو جائیگا)۔ مساوات ۱ + ج ن والا منحنی نہ کے محور کو تقریباً بمقام نہ = ۱ قطع کرتا ہے اس لیے ۱ اور ۱ میں صرف ہے جو بمقابل نہ + نہ قلیل ہے۔

نہ = ۱ ± ۲ ب + ج ن مساواتوں کے منحنی علی الترتیب P

اور R شاخیں کہلاتی ہیں اور

نہ = ۱ + ج ن مساوات کے منحنی کو شاخ Q کہتے ہیں۔ نقطہ نہ = نہ + نہ "بند کا مبداء" کہلاتا ہے اور کافی کے راس کا تعدد "بند کا سر" کہلاتا ہے۔

چونکہ اس طیف سے متعلق قدری مدد ن کی قیثیں ۰، $\frac{۱}{۲}$ ، $\frac{۳}{۲}$ ، $\frac{۵}{۲}$ ہیں اس لیے شکل ۶۹ میں ن کے محور پر ان فاصلوں سے نقطے لے کر ان میں نہ کے محور کے متوازی خطوط مستقیم کھینچے گئے ہیں۔ جہاں یہ خطوط مکافیوں کو قطع کرتے ہیں صرف ان اسی نقطوں کے تعدد والے طیفی خط پیدا ہوتے ہیں۔

معائنہ سے معلوم ہوگا کہ جو شکل کھینچی گئی ہے اس میں بندناطیف کا "سر"

طیف کے پست تعدد والے کنارے کی طرف واقع ہے۔ جس سے ظاہر ہے کہ ترسیم میں ج کی قیمت مثبت لی گئی ہے۔ ایسے بندنا طیف کے متعلق کہا جاتا ہے کہ اس کا تنزل کمتر طول موج کی طرف ہوتا ہے۔ اگر بند کا سر طیف کے بلند تعدد والے کنارے کی طرف واقع ہو تو ج کی قیمت منفی ہوتی ہے اور بند کا تنزل بیشتر طول موج کی طرف ہوتا ہے۔ دونوں صورتوں میں طیفی خطوط کی تعداد فی ایکائی تعدد "سر" سے جیسے جیسے آگے کو بڑھتے ہیں جلد جلد گھٹتی جاتی ہے۔

برقی بندنا طیف کی اچھی مثال سائیٹروجن (Cyanogen) کے بندوں سے ملتی ہے جو نائٹروجن کے سالمہ (N_2) سے پیدا ہوتے ہیں۔ کسی بھی پست دباؤ والی ہوائی ملی کے برقی اخراج سے اس طیف کا مشاہدہ ہو سکتا ہے۔

چونکہ P اور R شاخوں کے راسوں کے لیے نہ کی قیمت

$$1 - \frac{B}{J} \text{ ہے اور } n = \pm \frac{B}{J} \text{ ان راسوں کے مابین طیفی خطوط کی}$$

تعداد $\frac{2B}{J}$ ہے۔ اور یہ شاخیں نہ کے محور پر جہاں باہر مگر متقاطع ہوتی ہیں وہاں نہ = ۱، پس بند کے سر اور بند کے مبداء کا مقام دونوں دریافت کر لیے جاسکتے ہیں۔ اور اس طرح "A" B اور J کی قیمتیں محسوب ہو جاتی ہیں۔

"سائیٹروجن کے بندوں کے لیے"

$$B = 10.5152 \times 10^{-4} \text{ ثانیہ}^{-1}$$

$$J = 10.2602 \times 10^{-4} \text{ ثانیہ}^{-1} \text{ اور}$$

$$\text{پس } \frac{B}{J} = \frac{10.5152}{10.2602} = 1.0248 \text{ اور } J = \frac{B}{1.0248} = 10.2602 \times 10^{-4}$$

چونکہ سالمہ کا ضابطہ N_2 ہے اس لیے $M = 28$ جس میں V سالمہ کے دونوں جوہروں کے درمیانی فاصلہ کا نصف ہے اور k ایک جوہر کی کمیت یعنی (ہائیڈروجن کی کمیت 1×10^{-10} سمر) اس طرح حساب کرنے سے $V = 1.0 \times 10^{-10}$ سمر۔
 نظریہ تحریک سے اسی فاصلہ یعنی ہائیڈروجن کے سالمہ کا قطر 1.0×10^{-10} سمر برآمد ہوتا ہے۔

پانچواں باب

طیف پیمائی کے آلات

لٹرو (Littrow) کے بڑے طیف نگار کی

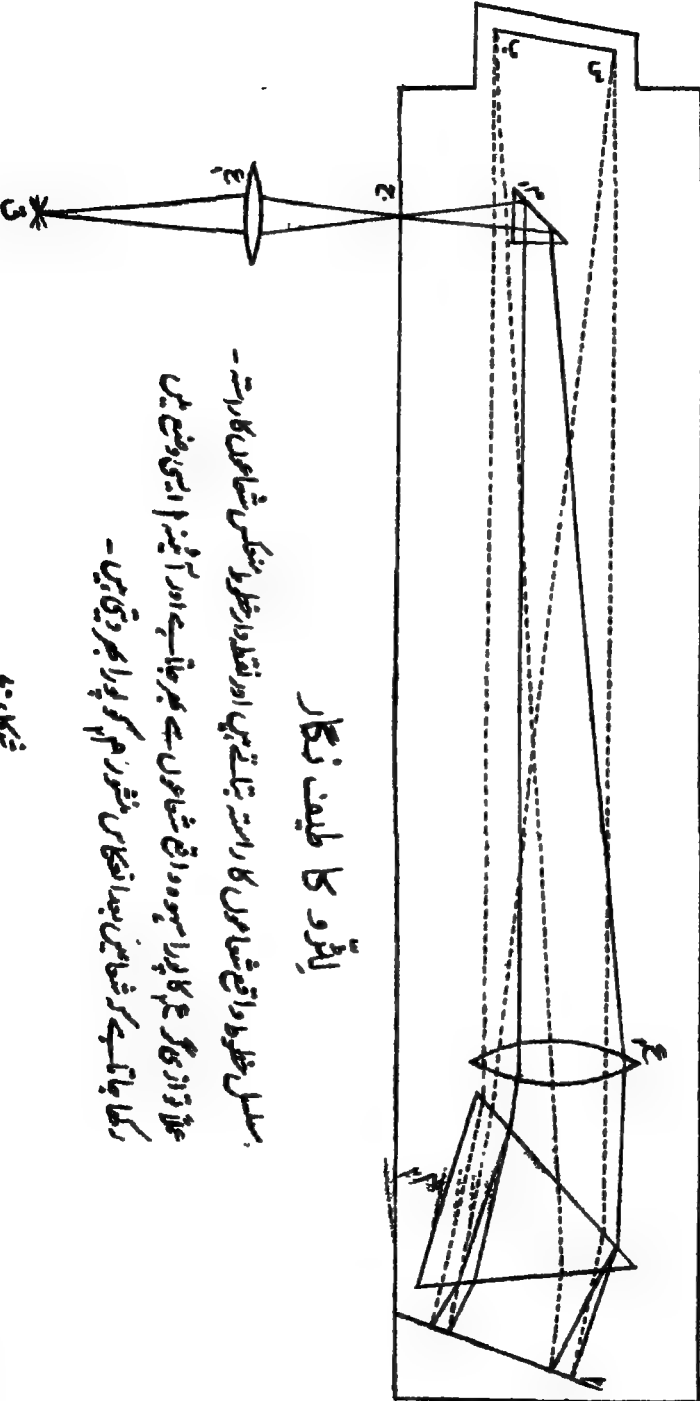
تشریح اور اس کا استعمال -

یہ آلہ بارہ انچ چوڑی تختیوں پر معدنیات وغیرہ کے طیفی فوٹوگراف لینے میں کام آتا ہے۔ اس سے طول موج ۳۹۰۰ انگسٹروم سے لے کر ۴۶۰۰ انگسٹروم تک کے خطوط کا ۴۶۰۰ سے لے کر ۶۹۰۰ انگسٹروم تک کے خطوط کا (مشور کے پیچھے کے مستوی آئینہ کی ترتیب کے لحاظ سے) فوٹوگراف لیا جاسکتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل (ش)۔

قوسی لمپ کے کاربنوں کے سروں میں گڑھے کر کے معدنی کاسٹون بھر دیا جاتا ہے اور پھر برقی زد کو چلا کر کاربنوں کے بیچ میں قوس بنایا جاتا ہے۔ اس قوس (ق) کا خیال عدسہ ع کے ذریعہ جھری ج پ پیدا کیا جاتا ہے۔ جھری سے شعاعیں پھیل کر زاویہ قائمہ والے مساوی پہلوؤں کے مشور م سے علی القوائم سمت میں منعکس ہو کر توازی گر عدسہ ع پر پڑتی ہیں۔ وہاں سے بعد العطف متوازی نسل بن کر مشور م میں داخل اور منتشر ہوتی ہیں۔ اور پھر آئینہ ۱ سے منعکس ہو کر

مکرر منشور ۱۱ میں منتشر ہوتی ہیں اور اس طرح عدسہ ع میں سے ہوتے ہوئے منشور ۱۱ سے بچ کر فوٹو گرافی کی تختی کی سطح پر ماسک پر آتی ہیں۔ چونکہ شعاعیں ایک ہی بڑے منشور میں دو مرتبہ منتشر ہوتی ہیں اس لیے ان کا انتشار دو چند ہو جاتا ہے اور منشور کی پوری انتشاری طاقت سے بھی استفادہ کیا جاتا ہے۔ ایک ہی عدسہ تواری گر اور دور بین کے فرائض انجام دیتا ہے۔ اس لیے نور کی حدت کم ضائع ہوتی ہے۔ معدنی کے لیف کے مقابلہ کے لیے اس پر عموماً لوہے کا لیف جزاً منطبق کیا جاتا ہے۔ بھری کے سامنے دو سپروں کی ایک ”کھڑکی“ استعمال کی جاتی ہے۔ ایک سپروہ دوسرے کے نیچے واقع ہوتا ہے اور جب یکے بعد دیگرے ان کو بھری کے سامنے کھولتے ہیں تو بھری کا صرف ایک جزو بدائے نور کی تنویر سے استفادہ کر سکتا ہے۔ اس طرح تحقیق پر ایک لیف معدنی کا حامل کیا جاتا ہے اور پھر اس کے نیچے اس پر خفیف سا منطبق ہوتا ہے۔ لوہے کا لیف۔

اگر معدنی کے لیف میں خاص خاص عناصر کی تلاش مقصود ہو تو صفحہ ۲۱۶ کی جدول کے خطوط کے ذریعہ ان کا پتہ چلایا جاسکتا ہے۔ اگر یہ خطوط لیف میں موجود نہ ہوں تو رائے قائم کی جاسکتی ہے کہ ان کے متعلقہ عناصر بھی معدنی میں نہیں ہیں۔ [یہ جدول رائل کالج آف سائنس لندن کے محل طبیعیات کے تیار کردہ پرچہ ہائے لیف نگاری سے نقل کی گئی ہے۔ اور تجربہ سے بہت سودمند ثابت ہوئی ہے۔]



الٹرو کا طیف نگار

سلسلہ خطوط واقع شعاعوں کا راستہ بتاتے ہیں اور نقطہ دار خطوں و منکس شعاعوں کا راستہ۔
 خط آواز کی گرج کا پورا سہوہ واقع شعاعوں سے بھر جاتا ہے اور آئینہ ا ایسی وضع میں
 رکھا جاتا ہے کہ شعاعیں بعد انعکاس مشورہ کم کو پورا بھر دیتی ہیں۔

شکل نمبر ۱۰

عنصر			طول موج انگشٹروں میں		
Ag	سلور	۴۰۵۵۵۴۲			
Al	الومینیم	۳۹۴۴۵۲۰	۳۹۶۱۵۷۱		
Ba	باریم	۴۵۵۴۵۲۱	۴۹۴۴۵۲۳	۵۵۳۵۵۴۹	
Bi	بسمتھ	۴۱۲۱۵۸۶	۴۱۲۲۵۱۰		
Ca	کیلسیم	۴۹۴۴۵۸۱	۴۹۶۸۵۶۳	۴۲۴۶۵۹۰	
Cd	کیڈمیم	۴۶۷۸۵۰۰			
Co	کوبلٹ	۴۹۹۵۵۴۵	۴۱۲۱۵۵۲		
Cr	کرومیم	۴۲۵۴۵۵۲	۴۲۷۵۵۰۱	۴۲۸۹۵۹۲	
Cu	کاپر	۴۰۲۲۵۸۷	۴۰۶۲۵۹۱		
Hg	مرکبوری	۴۰۴۶۵۸۹	۴۳۵۸۵۴۰		
In	انڈیم	۴۱۰۱۵۹۵	۴۵۱۱۵۵۵		
K	پوٹاشیم	۴۰۴۴۵۳۶	۴۰۴۷۵۴۲		
Li	لیتھیم	۴۶۰۲۵۲۰	۴۶۰۳۵۱۷		
Mg	مگنیشیم	۴۳۵۲۵۳۵	۴۵۷۱۵۳۱	۴۷۰۳۵۴۰	
Mn	مینگینز	۴۰۳۰۵۹۲	۴۰۴۳۵۲۱	۴۰۴۴۵۶۲	
Ni	نیکل	۴۴۰۱۵۷۵			
Pb	لیڈ	۴۰۵۸۵۰۰			
Sb	انٹیمنی	۴۰۴۳۵۴۸			
Sc	اسکیڈیم	۴۲۴۷۵۰۲	۴۳۱۴۵۳۱	۴۲۲۰۵۹۸	۴۳۲۵۵۲۲
Sn	ٹن	۴۵۲۴۵۹۹			
Sr	سٹرونٹیم	۴۰۷۷۵۸۹	۴۲۱۵۵۷۰	۴۶۰۷۵۰۱	
Ti	ٹینٹیم	۴۵۴۸۵۹۸	۴۵۵۲۵۷۰	۴۵۵۵۵۷۰	
Zr	زرنک	۴۶۸۰۵۴۹			

مشہوری طیفی خطوط کے طول موج کی تعیین کے لیے کورنو ہارٹمین

(Cornu-Hartmann) والا ضابطہ (لہ - لم) (پ - پ) = م

بہت ہی بہ کار آمد ہے۔ اس میں لہ اس خط کا طول موج ہے پیمانہ پر جس کا نشان پ پڑھا جائے۔

لہ، پ اور م مستقل مقادیر ہیں۔ ان کی قیمتیں معلوم کرنے کے لیے فوٹو گرافی تختی کے طیفی خطوط میں سے تین تقریباً مساوی الفاصلہ پر ہے کے طیفی خطوط منتخب کر لیے جاتے ہیں۔ اگر ان معیاری خطوط کے طول موج لہ، لم، لم، لم ہوں اور پیمانہ پر ان کے نشانات علی الترتیب پ، پ، پ، پ اور پ پڑھے جائیں تو

$$پ = \frac{پ - پ}{\left(\frac{پ - پ}{لم} - \frac{پ - پ}{لم}\right)} - پ$$

$$م = \left(\frac{لم - لم}{پ - پ}\right) (پ + پ) (پ + پ)$$

$$لہ = لم - \frac{م}{پ - پ}$$

طیفی خطوط کے سلسلوں کے مطالعہ کے لیے بلور کے مشہور اور عدسوں والا طیف نگار استعمال کرنا چاہیے۔ بلور طیف کے بالائے بنفشی حصہ کو بڑی حد تک جذب نہیں کرتا۔ اس آلہ سے ۲۰۰۰ سے لے کر ۴۰۰۰ انگسٹروم تک کے طول موج کے خطوط فوٹو گراف ہو سکتے ہیں۔ فوٹو گرافی کی تختیاں بھی مناسب حساسیت کی ہوتی چاہئیں۔

انگسٹری جالی سے متعلق طیفی فوٹو گراف استعمال کر کے نئے خطوط کا طول موج دریافت کرنا ہو تو ضابطہ

$$لم = پ + پ$$

$$اس میں ب = \frac{لم - لم}{پ - پ} اور ا = لم - ب پ$$

واضح ہو کہ لم اور لم لوہے کے اُن دو طیفی خطوں کے طول موج ہیں جن کے نشان تختی پر علی الترتیب پ، اور پ پڑے جاتے ہیں۔

مائیکلسن کی زینہ نما انکساری جالی۔ انکسار نور کے

باب میں ہم نے بتایا ہے کہ انکساری جالی کی تحلیلی طاقت لکیروں کی تعداد اور طیف کے رتبہ م کے محل ضرب (یعنی م ن) کے متناسب ہے۔ مستوی سطح پر نی ملی میٹر لکیروں کی تعداد ایک معینہ حد سے بڑھانی نہیں جاسکتی اور نہ ایسی لکیروں سمیت کے ساتھ ایک مقررہ رقبہ سے زیادہ کی سطح پر کھینچی جاسکتی ہیں۔ پانچ یا چھ انچ چوڑی سطح سے بڑھ کر وسعت کی تختی پر مساوی فاصلہ سے لکیروں کا کھینچنا انتہائی مشکل کام ہے۔ اس لیے مائیکلسن نے لکیروں کی تعداد میں اضافہ کرنے کے عوض طیف کے رتبہ م کو ترقی دینے کی کوشش کی اور بالآخر اپنی زینہ نما جالی تیار کی۔

یہ جالی دو سمر موٹائی ایک ہی شیشہ کی تختی میں سے ٹکڑے کاٹ کر بنائی جاتی ہے۔ ٹکڑوں کی سطحیں اس باریکی کے ساتھ صاف کی جاتی ہیں کہ وہ بالکل متوازی ہو جاتی ہیں اور ان کی موٹائیوں میں سو ڈیم کے نور کے طول موج کے $\frac{1}{4}$ حصہ سے بھی کمتر اختلاف ہوتا ہے۔ نتیجتاً ایک دوسری کے بازو زینہ کی طرح ان کی بلندی کو مساوی معیار میں لگھٹاتے ہوئے ”مناظری درستی تماس“ کے ساتھ جمادیا جاتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل نمبر ۱۔ ان کی تعداد کو تینس سے زیادہ بڑھانے میں کوئی عملی فائدہ نہیں۔ دو سمر موٹی تختی میں سے ہر جب نور کی موجیں گزرتی ہیں تو بیس ہزار طولی موج سے بھی بہت زیادہ کا تفاوت راہ پیدا ہو سکتا ہے۔ جس کی وجہ سے جو طیف تیار ہو کر مشاہدہ میں آتا ہے ۲۰ ہزار کے رتبہ سے بھی اذوں تر ہوتا ہے۔ پس ۳۰ تختیوں والی زینہ نما جالی کی طاقت تحلیلی $30 \times 20000 = 600000$ چھ لاکھ سے زائد شمار ہوگی۔

ایڈم ہیلجس (Adam Hilger) کمپنی کی تیار کردہ جالیوں میں

ن = تختیوں (یا زینہ کے اجزاء) کی تعداد۔
 زینہ کے دو متصل اجزاء کے مناظر نقطوں 'ا' ج سے جو جو ہیں
 سمت ط میں نور کا انکسار پیدا کر سکی ان کا تناوب راہ
 م لہ = مرٹ - فاصلہ ا د
 = مرٹ - ٹ جم طہ + صن جب طہ
 اس تجربہ میں چونکہ زاویہ ط کی قیمت بہت چھوٹی ہوتی ہے اس لیے
 م لہ = (مر - ۱) ٹ + ط صن (۱۱)
 م کو مستقل مان کر لہ کے لحاظ سے اگر تفرق کیا جائے تو رقموں کو ترتیب
 دینے سے انتشار نور

فرط = $\frac{1}{صن} (م - ٹ \frac{فرم}{فرل})$
 اس جملہ میں اگر م کی تقریبی قیمت (مر - ۱) ٹ سے قویض کی جائے تو
 فرط = $\frac{1}{صن} [(مر - ۱) لہ - فرم] = \frac{بٹ}{صن د} \dots (۲)$
 "سر" ب کی قیمت کسی طول موج کے لیے بھی مستعملہ شیشہ کے مناظر
 مستقلوں سے معلوم کر لی جاتی ہے۔ (شیشہ کی اکثر اقسام کے لیے وہ ۵۰
 سے لے کر ۱۰۰ تک ہوتی ہے)۔
 تب مساوات (۲) سے دو متجانس اشعاروں کے مابین جن کے
 طول موج ایک دوسرے سے بقدر مقدار قلیل فرل مختلف ہوں زاویعی انتشار
 فرط کا پتہ چلتا ہے۔
 اگر مساوات (۱) میں لہ کو مستقل مان کر بلحاظ م (یعنی رتبہ طیف)
 تفرق کیا جائے اور پھر حاصل شدہ جملہ کی رقموں کو ترتیب دیا جائے تو

$$\frac{فرط}{فرم} = \frac{لہ}{صن}$$

چونکہ طیفی درجوں کے تفاوت کی چھوٹی سی چھوٹی قیمت فرم = ا تو

زاویہ ط میں اس کی تناظر تبدیلی کو اگر فرط ط سے تعبیر کیا جائے تو

فرط ط (یعنی طیف کا زاویائی فصل) = $\frac{L}{V}$ (۳)

پس مساوات (۳) سے دو متصل طیفی درجوں کا درمیانی زاویائی فصل دریافت ہوتا ہے۔

اب فرض کرو کہ فرط ط زینہ نما جالی کی انتہائی زاویائی تحلیل کو تعبیر کرتا ہے یعنی فرط ط دو طیفی خطوط کا زاویائی فصل ہے جبکہ وہ دوربین کے چشمہ میں ایک دوسرے سے ٹھیک علیحدہ نظر آتے ہیں تو متوفی لارڈ ریلے (Rayleigh) کے ضابطہ سے

$$\text{فرط ط} = \frac{L}{\text{دوربین کے دماغ کا عامل سپرہ}}$$

$$= \frac{L}{N \text{ طیفی}} = \frac{L}{N}$$

اب فرض کرو کہ تحلیل کی انتہائی زاویائی تحلیل طیف کے تناظر طیل موج کا تفاوت فرط ط ہے تب مساوات (۲) سے

$$\frac{\text{فرط ط}}{N \text{ طیفی}} = \frac{B}{L}$$

فرط ط کے عوض اس کی قیمت $\frac{L}{N}$ لکھ کر رقموں کو از سر نو ترتیب دینے سے ”تحلیل کی انتہا“

$$\text{فرط ط} = \frac{L}{B \text{ نٹ}} \dots\dots\dots (۴)$$

اس ضابطہ میں فرط ط نزدیک ترین دو انفصال پذیر متجانس شعاعوں

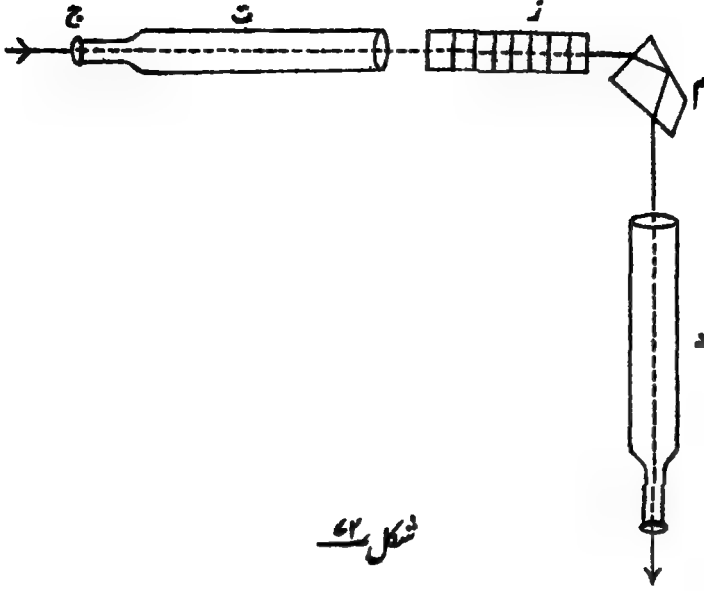
کا تفاوت طیل موج ہے۔ پس $\frac{L}{N}$ زینہ نما جالی کی تحلیلی طاقت ہے۔ مساوات (۴) سے ظاہر ہے کہ یہ تحلیلی طاقت شیشہ کی مجموعی موٹائی کے

متناسب ہے جس میں سے نور گزرتا ہے اور کسی دیے ہوئے طول موج کے لیے منفردہ تختیوں کی موٹائی یا جالی کے "عرض" کے غیر تابع ہے۔
 زینہ نما جالی میں جو طیفی خط نظر آتا ہے اُس کی تصویر نہ صرف مبدائے نور کی ذاتی حدت تصویر کے تابع ہے بلکہ زاویہ انکسار ط کے بھی تابع ہے جیسا کہ مستوی انکساری جالی کی بحث میں بتایا گیا ہے۔ اس کے عامل استدلال حدت کے اس جزو کی پیمائش

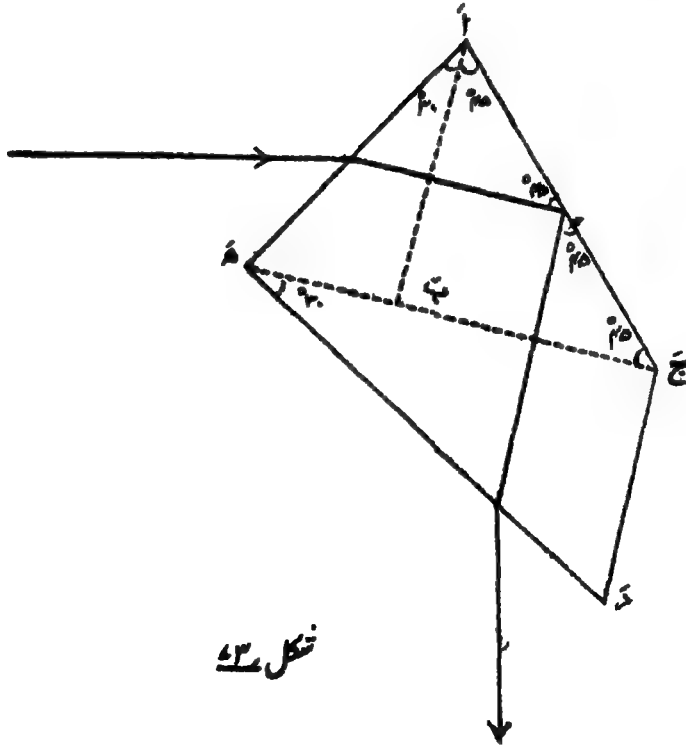
$$H = \left[\frac{\text{جب } \frac{\pi}{\lambda} \text{ ط}}{\frac{\pi}{\lambda} \text{ ط}} \right] \text{ سے ہوتی ہے۔}$$

(Lummer Gehrcke) زینہ نما جالی کے علاوہ لمز گر کے

کی تختی اور فابری (Fabry-Perot) کا تداخل پیمائی طیفی خطوط کی تحلیل کے لیے استعمال کیے جاتے ہیں۔ ان کا ذکر نیچے آئیگا۔ یہاں یہ بتانا مناسب سمجھا جاتا ہے کہ ایڈلم ہلجر نے سہولت کی خاطر ان سب کی تنصیف کے لیے مستقل انحراف والے طیف پیمائے کے ساتھ ایک ٹیکن تیار کی ہے جس کی ترتیب شکل ۲۷ میں بطور خاکہ کے بتائی گئی ہے۔
 اس طیف پیمائی توازی گر اور دورین دونوں ایک دوسرے کے علی القوائم استوارانہ طریقہ پر نصب کیے جاتے ہیں۔ مختلف طیفی خطوط کے مطالعہ کے لیے صرف منشور کی میز کو حسب ضرورت ایک باریک فولادی میخ کے ذریعہ سے گھمانا پڑتا ہے۔ زینہ نما جالی (یا لمز گر کے کسی تختی وغیرہ) کی تنصیف کے لیے توازی گروالے بازو ہی پر جگہ چھوڑ دی جاتی ہے۔
 دیکھو شکل ۲۷۔ جس میں ج طیف پیمائی جھری ہے، ت توازی گر شعاع عمل کی متوازی پٹیل اس میں سے نکل کر زینہ نما جالی وغیرہ میں داخل ہوتی ہے۔ بعد انکسار شعاعیں مستقل انحراف کے ایک منشور م پر واقع ہوتی ہیں۔ جو دو ۳۰ کے معمولی منشوروں اور ایک زاویہ قائمہ والے منشور کا مرکب متصور ہو سکتا ہے (ملاحظہ ہو شکل ۲۷)۔ آخر الذکر کے درجہ آج سے



شکل ۴۲



شکل ۴۳

منکسر شعاعوں کی پنسل کا کئی داخلی انعکاس عمل میں آتا ہے اور جب پنسل منشور کی سطح دہ میں سے خارج ہوتی ہے تو اس کی سمت منشور کے اندر داخل ہونے سے پہلے کی سمت کے علی القوائم ہوتی ہے جیسا کہ شکل ۳ کے مطالعہ سے فوراً معلوم ہو جائیگا۔ اس کے بعد پنسل دور میں د میں داخل ہوتی ہے اور وہاں انکسار نور اور طیفی خطوط کی تحلیل کا مطالعہ ہو سکتا ہے۔

جیسا کہ ابھی بیان کیا گیا ہے شکل ۲ کی ٹیکنیک کی میز جس پر منشور استادہ کیا جاتا ہے طیف کے مختلف حصوں کے مطالعہ کے لیے ایک باریک فولادی پیچ کے ذریعہ گھائی جاتی ہے۔ کیونکہ پیچ کی نوک میز سے آگے کو نکلے ہوئے ایک بازو کو دھکیلتی ہے۔ پیچ کے ساتھ ایک استوانی شکل کا طبل نصب کیا ہوا ہوتا ہے جس پر طیفی خطوط کے طول موج لکھے ہوتے ہیں۔ جو طیفی خط چشمہ کے صلیبی تاروں سے منطبق ہوتا ہے اس کا طول موج نمائندہ کے عین نیچے آ جاتا ہے اور اس طرح براہ راست پڑھ لیا جاسکتا ہے۔ اس وضع میں طیفی خط کے نور کا انحراف اقل ہوتا ہے۔

زینہ نما جالی سے متعلق جو مساواتیں اخذ کی گئی ہیں ان سے مندرجہ ذیل نتائج حاصل ہوتے ہیں :-

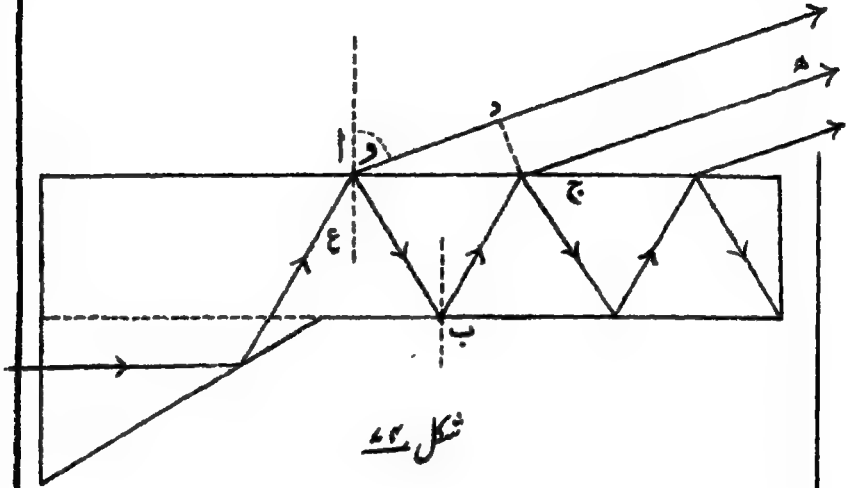
(۱) تختیوں کی موٹائی میں اضافہ کرنے سے نور کا انتشار بڑھ جاتا ہے اور اس لیے اس طیف کی زیادہ تفصیل مطالعہ ہو سکتی ہے۔ لیکن متواتر طیف کے فصل میں کوئی تبدیلی نہیں ہوتی۔

(۲) زینہ کے "عرض" کو اگر بڑھایا جائے تو متواتر طیف کے فصل میں کمی واقع ہوتی ہے۔ زاویائی تحلیل کی حد بھی گھٹ جاتی ہے۔ طیف کی تفصیل میں کوئی فرق نہیں آتا۔

(۳) تختیوں کی تعداد میں اضافہ کرنے سے نہ انتشار نور میں اور نہ متواتر طیف کے فصل میں تبدیلی ہوتی ہے لیکن زاویائی تحلیل کی حد میں کمی پیدا ہوتی ہے۔ اور بدیں وجہ جو تفصیل مطالعہ ہوتی ہے اس میں اضافہ ہو جاتا ہے۔ مہذا مقدار نور میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔

لمر گر کے کا متوازی تختی والا تراخلی طیف پیمیا۔

اس آلہ میں شفاف تختیوں کے اعلیٰ داخلی انعکاس سے استفادہ کیا جاتا ہے جو زاویہ فاصل کے قرب و جوار میں وقوع پذیر ہوتا ہے۔ یہ آلہ



ایک لمبی شیشہ یا بلور کی تختی پر مشتمل ہے جس کی سطحیں مناظری صحت کے ساتھ مستوی متوازی بنائی جاتی ہیں۔ اس کے ایک سرے پر ایک چھوٹا منشور مٹی مادہ کا اسی طرح صاف کر کے مناظری طریقہ پر چپا کر دیا جاتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل ۷۲۔ منشور کے استعمال سے شعاعیں بغیر انحراف تختی کے اندر ایسے زاویہ پر داخل ہوتی ہیں کہ اس سے باہر نکلنے وقت سطح کے تقریباً متوازی ہو جاتی ہیں۔ گویا تختی سے ”راست رویت“ کے آلہ کا کام لیا جاسکتا ہے۔ شکل میں سہولت کی خاطر شعاع ۱ د کا عمود کے ساتھ میل بہت کم بتایا گیا ہے۔ زمینہ نما جالی کے بیان میں جس طرح طیفوں کے رتبوں (Orders) اور ان کے انفصال و انتشار کے ساتھ آلہ کی تحلیلی طاقت پر بحث کی گئی تھی وہاں ہی اس تختی کے متعلق بھی ان امور پر بحث کی جائیگی۔

طیف کا رتبہ - فرض کرو شکل کے میں تختی کی مثال ٹ ہے
 لہ طیل موج کی شعاع کے لیے اختلاف نما ہے - اد اموج سے حاصل
 سوازی شعاعیں ہیں جو تختی کے عمو کے ساتھ زاویہ د (تقریباً ۹۰) بناتی ہیں
 یا سرکل آتی ہیں - ج سے اد پر عروج د گراؤ۔

اد اموج میں مناظر کی تعداد ۱۰

$$= ۲ \text{ ٹ مرتلح} - ۳ \text{ ٹ مس عیب و}$$

$$= ۲ \text{ ٹ جم ع} = ۲ \text{ ٹ اموج} - ۲ \text{ ٹ جیاو}$$

((اس لیے کہ جب د = مرجب ع))

اگر یہ تفاوت ۱۰ نہ ہو تو ن طیف کا رتبہ ہوگا ۱۰

$$ن لہ = ۲ \text{ ٹ اموج} - ۲ \text{ ٹ جیاو} \dots (۱۱)$$

لئے گونے کی تختی کے لیے یہ ضابطہ اساسی اہمیت رکھتا ہے۔ اس کے
 مطالعہ سے ظاہر ہے کہ طیف کا رتبہ تختی کی موٹائی کے راست متناسب ہے
 تختی کے طول کے غیر متالعب ہے۔ تاہم قوت کے گھٹاؤ کے ساتھ بڑھتا ہے
 اور نور کے طیل موج کے گھٹاؤ کے ساتھ بھی بڑھتا ہے۔

مختلف رتیبوں کے طیف کا دھرم یہی ملتی ہے۔ اگر

زاویہ و کو لیا جائے طیف تفرق کریں ((یعنی اگر طیف کے رتیبوں میں تفاوت
 مفت نہ ہو تو فرض کریں کہ اس کے متناظر زاویہ خروج کا تفاوت مستوی
 تو مساوات (۱۱) سے

$$ن لہ = ۳ \text{ ٹ جیب ۳۰} - ۳ \text{ ٹ مفت و}$$

$$ن لہ = ۳ \text{ ٹ جیب ۳۰} - ۳ \text{ ٹ مفت و} \dots (۱۲)$$

مساوات (۱۱) سے نکال کر قیمت توضیح کرنے سے

$$ن لہ = ۳ \text{ ٹ جیب ۳۰} - ۳ \text{ ٹ مفت و} \dots (۱۳)$$

پس مف ن = ا لکھنے سے دو متصل طیفی رتبوں کا زاویہ انفصال

$$\text{مف و} = \dots \frac{\text{لہ}^2 \text{م}^2 - \text{جب}^2 \text{و}^2}{\text{م}^2 \text{جب}^2 \text{و}^2}$$

جس سے ظاہر ہے کہ یہ انفصال، تختی کی موٹائی کے بالکس متناسب ہے اس کے طول کے غیر تابع ہے، خارج شعاعیں جیسے جیسے تختی کی سطح کے متوازی ہوتی جاتی ہیں بڑھتا جاتا ہے اور طول موج کی ترقی کے ساتھ ترقی کرتا ہے۔

کسی ایک رتبہ کے طیف کے اندر انتشار مساوات (۱)

کو اگر لمبا لہ جزوی تفرق کریں تو

$$\text{ن}^2 \text{لہ} = \text{م}^2 \text{جب}^2 \text{و}^2 - \text{م}^2 \text{جب}^2 \text{و}^2$$

$$\therefore \frac{\text{جب}^2 \text{و}^2}{\text{جب}^2 \text{لہ}} = \frac{\text{م}^2 \text{جب}^2 \text{و}^2 - \text{ن}^2 \text{لہ}}{\text{م}^2 \text{جب}^2 \text{و}^2} \dots \dots (۳)$$

$$\text{یا } \frac{\text{جب}^2 \text{و}^2}{\text{جب}^2 \text{لہ}} = \frac{\text{م}^2 \text{جب}^2 \text{و}^2 - \text{م}^2 \text{جب}^2 \text{و}^2}{\text{م}^2 \text{جب}^2 \text{و}^2} \dots \dots (۴)$$

اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ طیف کے محدودے چند جو مرنی رتبے ہیں ان میں سے کسی کے بھی اندر کا انتشار تختی کے ابعاد کے غیر تابع ہے لیکن اس کے مناظری خواص اور زاویہ خروج کے تابع ہے۔ مساوات (۳) کو ذرا تبدیل کر کے لکھیں تو

$$\text{مف و} = \frac{\text{م}^2 \text{جب}^2 \text{و}^2 - \text{ن}^2 \text{لہ}}{\text{م}^2 \text{جب}^2 \text{و}^2}$$

$$= \dots \frac{\text{ن}^2 \text{لہ}}{\text{م}^2 \text{جب}^2 \text{و}^2} \dots \dots \text{ازروئے مساوات (۲)}$$

۴۰۰ (۴۰۰ - ۴۰۰) = ۰

جئے منہ = $\frac{\text{ن ۱}}{\text{ن ۱ - ۴ ظام حشد}}$ (۴) جبکہ عفن = ۱

اس جملہ سے جو فان بائیئر (Von Bayer) نے حاصل کیا یہ دریافت ہوتا ہے کہ کس درجہ کے طیف میں ایک مرکب خطہ کے جزو پر کسی کا تفاوت طول موج کیا ہونا چاہیے تاکہ وہ اس کے متصل طیف سے اصل خطہ سے مطابقت ہو۔

طاقتِ تحلیلی شکل سے کے لحاظ سے واضح ہوگا کہ فاصلہ

$$x \cdot x = x^2$$

پس ل طویل وادی تختی کا ظاہری سہ (appearance) لی جڑ ہے
اگر سمت و عین تخیل ہونے والی جو حاصل (عمل معیاری اور نہ احتیاجی)
تخیل کا درمیانی ترویج ہے تو اندوئے قواہد انکسار نور

مثبت و = $\frac{ل}{ل جم و} = \dots\dots\dots (ه)$

لیکن مساوات (۴) سے

منہ = - (۱- حب و - ۲- لہر جت) (۳- منہ)

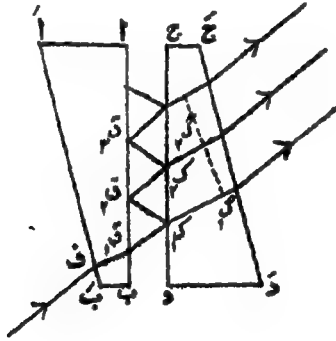
میں نے وہی اس قیمت کو ملاوات (۵) میں بیچی کی علامت کو متروک کر کے
تقریباً بیس روپے سے

طاہر تھیں $\frac{1}{\text{میل}} = \frac{1}{\text{ل (م-ج) و-لہ-ج (م-ج)}}$ (۶)

اس سے یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے کہ تختی کی تحلیل طاقتِ استغنیٰ کے عمل کے

متناسب ہے، اس کی موٹائی کے غیر تابع ہے، خارج شعاعوں کی سمت سے جیسے تختی کے متوازی ہوتی جاتی ہے گھٹتی جاتی ہے، طویل موج کے کھانا بالعکس بدلتی ہے۔

فابری پیروکا تداخلی طیف پیمیا۔ اس آلہ کا عمل اور طریقہ استعمال بھی مگر گرتے کی متوازی تختی کے بہت مشابہ ہے۔ اس کی تحلیل طاقت بھی بہت بڑی ہے۔ ہم یہاں صرف اس کی مختصر تشریح کر کے بتائیں گے کہ اس میں طیفی خطوط کیونکر باریک اور ممتاز اور محدود پیدا ہوتے ہیں۔ یہ دراصل دو ایک ہی شیشہ یا بورسکی قلم سے تراشی ہوئی تختیوں اب اب اور ج د ج د پر مشتمل ہوتا ہے (شکل ۷۵)۔



شکل ۷۵

پہلو اب اور ج د باہم دیگر صحت کے ساتھ متوازی ہیں۔ اسی طرح پہلو آ ب اور ج د ایک دوسرے کے متوازی ہیں۔ گویا یہ ایک متوازی پہلوؤں کی تختی ہے جس کے بیچ میں ایک مستطیل ہوائی تختی واقع ہے۔ اب ج د سطحوں پر چاندی کی پتلی جھلی مطروح کی جاتی ہے تاکہ ان پر سے نور بخوبی منعکس ہو اور اس کے ساتھ ہی نور کا کچھ حصہ خارج بھی ہو جائے پس نور جب ان تختیوں میں

داخل ہوتا ہے تو ان مفضض سطحوں کے مابین اس کا ضعیفی انعکاس ہوتا ہے اور ساتھ ہی ان کی مقابل سطحوں میں سے وہ جزو خارج بھی ہو جاتا ہے۔ آب اور ج د سطحیں اگرچہ باہم دیگر متوازی ہیں لیکن عمداً آب اور ج د سطحوں کے ساتھ اس وجہ سے مائل بنائی جاتی ہیں کہ نور کا تداخل نہ ہونے پائے۔

ان تختیوں کے مابین گداختہ سلیکا کا ایک چھوٹا کھوکھلا اسطوانہ رکھ دیا جاتا ہے تاکہ وہ باہم دیگر متوازی رہیں۔ اور چونکہ سلیکا کے پھیلاؤ کی شرح بلحاظ ترقی و پیش انتہا درجہ ثقیل ہے اس لیے تختیوں کا درمیانی ہوائی فاصلہ مستقل رہتا ہے۔

فصل ۵۷ میں ایک شعاع ف ق بتائی گئی ہے جو ہوائی تختی میں ہو کر ق ک راستہ اختیار کرتی ہے۔ ک پر اس کا کچھ حصہ منعکس ہو کر ک ق اور پھر ق ک سمتوں میں پلٹ جاتا ہے اور کچھ حصہ ک گ سمت میں خارج ہوتا ہے۔ اس طرح کچھ حصہ ک پ پر ک گ سمت میں خارج ہوتا ہے۔ اگر ک گ گ گ و غیرہ شیشہ کی دوسری تختی کے اندر خارج ہونے والی شعاعوں پر ایک خط گ گ گ گ کیسے نہیں تو یہ ان شعاعوں کا ناصبیہ موج ہوگا۔ ضعیفی انعکاسوں وغیرہ سے جو کچھ تفاوت ہیئت پیدا ہوتا ہے گ گ گ ناصبیہ موج تک پہنچنے تک ہی پیدا ہوتا ہے اس کے بعد کوئی مزید تفاوت صورت پذیر نہیں ہوتا (اس لیے کہ آب اور ج د متوازی ہیں)۔

اب فرض کرو کہ نقطہ ق سے نکلنے والی موج کی محیط ارتعاش (۱) اس کا وقت دوران و ادوول موج لہ ہے۔ جب کبھی موج ہو اسے نکل کر شیشہ میں داخل ہوتی ہے فرض کرو کہ اس کا محیط ارتعاش (۱) سے گھٹ کر (۲) ہوتا ہے اور جب کبھی جزوی مفضض سطح پر انعکاس واقع ہوتا ہے تو موج کا محیط (۳) ہوتا ہے۔ واضح ہے کہ ف اور س مثبت کسور ہیں۔

پس ق کے پاس کی موج کو ہم $\lambda = \frac{1}{\pi} \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{s} \right)$ سے تعبیر کر سکتے ہیں۔ جس میں ق سے فاصلہ لا پر نقل مکان ما ہے۔ اگر ق سے

نقل کر گم اور گم پر پہنچنے والی موجوں کا معادل تفاوتِ راہ تہ مانا جائے
تو گم اور گم پر کی موجوں میں بھی یہی تفاوتِ راہ ہوگا۔ مگر گرتے کسی
تختی کے بیان میں بتایا گیا ہے کہ یہ تفاوتِ راہ

تہ $\pi = \text{ٹ جم و}$
(جس میں ٹ = ہوائی تختی کی موٹائی اور $\pi = \text{سطح ج د پر شعاع کا}$
زاویہ وقوع)۔

لہذا گم پر نقل مکان ف ۱ جب $\pi^2 (\frac{1}{r} - \frac{1}{r'})$ ہے جس میں
لاہے مراد ق اور گم کا درمیانی معادل طولِ راہ ہے۔

اسی طرح نقطہ گم پر نقل مکان ف ۲ جب $\pi^2 (\frac{1}{r} - \frac{1}{r'})$ ہے

اور گم پر ف ۳ جب $\pi^2 (\frac{1}{r} - \frac{1}{r'})$ ہے
اگر گم، گم، گم وغیرہ پر کی تمام شعاعوں کو فوراً بین میں اکٹھا کر کے
دیکھا جائے تو میدانِ نظر میں مجموعی نقل مکان

ما = $\sum f$ س ۱ جب (ع-ع) ہے ... (۱)

جس میں ع کی قیمت صفر سے لے کر ∞ تک پہنچتی ہے۔

$$ع = \pi^2 (\frac{1}{r} - \frac{1}{r'}) \quad \text{بہ} = \pi^2 (\frac{1}{r} + \frac{1}{r'})$$

اگر ہوا میں شیشہ کی سطح پر سے نور کا انعکاس ہوتے وقت جو تفاوتِ ہیئت
پیدا ہوتا ہے اس کا بھی لحاظ کر کے ایک رقم سہ اضافہ کر دی جائے۔
مندرجہ بالا مثلثی سلسلہ کی رقموں کو جمع کرنے سے

$$\text{ما} = f \frac{\text{جب ع} - \text{س ۱ جب (ع+بہ)}}{1 - \text{س ۲ س ۱ جم بہ} + \text{س ۳}}$$

واضح ہے کہ کسی ایک سمت میں تختی کے اندر نہ کی قیمت مستقل ہوتی ہے۔ پس یہ بھی مستقل ہے اس لیے صرف وہی تغیر پذیر مقدار ہے۔

جب e - s جب $(e + s) =$ جب e (۱ - s جب e) - جم e (س جب e)

$$\therefore \text{فا} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1 - s^2}{1 - e^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{(1 - s^2)(1 - e^2)}{(1 - e^2)(1 - s^2)}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{(1 - s^2)(1 - e^2)}{(1 - e^2)(1 - s^2)}}}$$

(۲) اگر مس $z = \frac{s^2 \text{ جب } e}{1 - s^2 \text{ جب } e}$

تو $\text{فا} = \frac{1}{\sqrt{\frac{1 - s^2}{1 - e^2}}} = \frac{1}{\sqrt{\frac{(1 - s^2)(1 - e^2)}{(1 - e^2)(1 - s^2)}}}$ جب $(e - z)$ (۳)

پس اس سمت میں دو دین کے میلان نظر میں نور کی حدت $h = \frac{f^2}{1 - s^2 \text{ جب } e}$ اگر $(\frac{f}{e} + s)$ کو بہ نظر اختصار ضہ لکھا جائے تو بہ π^2 ضہ

$$\frac{\frac{f^2}{1 - s^2 \text{ جب } e}}{2(1 - s^2 \text{ جب } e)} = \text{اور حدت } h = 1 + \frac{f^2}{2(1 - s^2 \text{ جب } e)}$$

پس نور کی حدت مختلف سمتوں میں اعظم اور اقل ہوگی۔ اعظم قیمت

$\frac{f^2}{2(1 - s^2 \text{ جب } e)}$ ہے جبکہ ضہ $= 0, 1, 2$ وغیرہ۔ اگر س تقریباً ۱ ہو

(یعنی انعکاس بہت اچھا ہو) تو نور کی اعظم حدت بھی بہت بڑی ہوگی۔ بہر حال اگر نور کی اعظم حدت h سے تعبیر کی جائے تو

$$h = \frac{f^2}{2(1 - s^2 \text{ جب } e)} + 1$$

ح کی اقل قیمت $\frac{f^2}{2(1 + s^2 \text{ جب } e)}$ ہے جبکہ جب π ضہ $= 1$ یعنی ضہ $= \frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \dots$

اس اگر تقریباً ۱ ہو تو حدت کی یہ اقل قیمت بہت ہی چھوٹی ہوگی۔ اس لیے اعظم اور اقل حدت کے مقاموں میں بہت واضح فرق ہوگا۔ مہذا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ اعظم حدت کے مقاموں سے ذرا سا ہٹتے ہی حدت میں بہت نمایاں کمی محسوس ہوتی ہے۔ اس لیے طبعی خطوط بہت واضح اور ممتاز الحدود ہوتے ہیں۔ اس آلہ کی تجلیلی طاقت چونکہ تختی کے انعکاسوں کی تعداد پر منحصر ہے اس لیے ہوائی حصہ کے مقابل پہلوؤں کو مفقوض کرنے کی ضرورت ہوتی ہے۔ چاندی کی خاصیت ہے کہ سرخ شعاعوں کو زیادہ منعکس کرتی ہے اور نیلی شعاعوں کو زیادہ جذب کرتی ہے۔ اس لیے بالآخر جو طیف دکھائی دیتے ہیں ان میں نیلا رنگ غائب ہوتا ہے۔ اس آلہ کا یہ سب سے بڑا نقص ہے۔ مگر گرتے والی تختی میں یہ نقص نہیں پایا جاتا۔

منفردہ طبعی خطوط میں مقناطیسی یا برقی سکونی میدانوں کے زیر اثر جو پیچیدگیاں پیدا ہوتی ہیں ان کے مطالعہ کے لیے مصرعہ بالا تین طیف پیمائیاں بہت مفید ہیں۔ اب ہم ان پیچیدگیوں کا مختصراً ذکر کریں گے۔

زیمانی اثر (Zeeman Effect) - یہ دو قسم کا دریافت ہوا ہے۔ ایک کو طبعی (Normal) کہتے ہیں اور دوسرے کو بے قاعدہ - آجس کو طبعی اثر کہتے ہیں سب سے پہلے زیمان نے ۱۸۹۶ء میں دریافت کیا تھا۔ منیم برنز کے آخری باب میں اس کا ذکر آیا ہے۔ لورینٹس (Lorentz) کے کلاسیکل طریقہ سے اس کی بخوبی توجیہ ہو سکی۔ طبعی اثر میں ایک طبعی خط دو خطوں میں تقسیم ہو جاتا ہے جبکہ مشاہدہ کی سمت کے متوازی ایک طاقتور مقناطیسی میدان عائد کیا جاتا ہے۔ ان خطوں میں نور باہم دیگر مخالف سمتوں میں دائری قطب ہوتا ہے۔ اگر مقناطیسی میدان مشاہدہ کی سمت کے علی القواض عائد کیا جائے تو ایک طبعی خط تین خطوں میں منقسم نظر آتا ہے۔ بیچ کا خط اصل خط ہی کے مقام پر واقع ہوتا ہے۔ اور جانبین کے دو خط (اگر مقناطیسی میدان کی حدت مساوی ہو) تو ابتدائی خط کے اصلی مقام سے اتنا ہی ہٹے ہوئے نظر آتے ہیں جتنا کہ متوازی مقناطیسی میدان کی صورت میں۔ وسطی خط مقناطیسی میدان کے علی القواض اٹم سمت میں مقطب ہوتا ہے اور جانبین کے دو خط مقناطیسی میدان کے

متوازی سمت میں مقطب ہوتے ہیں۔ طبیعی اثر یا عمل زمین کے طبیعی خطوط اور عام طور پر ایسے خطوط کے ساتھ مشاہدہ ہوتا ہے جو الہرے خطوں کے طبیعی سلسلوں سے تسلسل رکھتے ہیں جیسے ہیلیم، کیڈمیم، لوہے، زر کوئیم اور مائیکسٹیم وغیرہ کے الہرے خطوط۔

لیکن دوسرے اور منفی خطوں کے افراد پر جب نسبت کم حدت کا مقناطیسی میدان قائم کیا جاتا ہے۔ مثلاً سوڈیم کے D_1 اور D_2 خطوط پر تو بجائے تین خط پیدا ہونے کے اس سے زیادہ خطوط دکھائی دیتے ہیں۔ D_1 خط چار خطوں میں تقسیم ہو جاتا ہے۔ اندرونی دو خطوط میدان کے متوازی مقطب ہوتے ہیں اور بیرونی دو میدان کے عمالی القوام D_2 چھ خطوں میں تقسیم ہوتا ہے جن میں سے اندر کے دو خط میدان کے متوازی مقطب ہوتے ہیں اور باہر کے چار میدان کے عمالی القوام۔ نیون (Neon) گیس کا طیفی خط $\lambda = 6708$ انگسٹروم عمالی القوام مقناطیسی میدان میں دو خطوں میں تقسیم ہوتا ہے۔ ان میں بھی تشاکل ضرور ہوتا ہے اور ایک قسم کی باقاعدگی پائی جاتی ہے۔ لیکن محض اس وجہ سے کہ لورینٹس والا نظریہ ان کی توجیہ میں بالکل ناکامیاب نہت ہوا۔ اس اثر کا نام Anomalous یعنی غلات قاعدہ رکھ دیا گیا۔ اس "غلات قاعدہ" اثر کی طبیعی اثر کے مقابلہ میں بہت زیادہ خالی ہیں۔ نظریہ قدریہ کی مدد سے اب اس کی توجیہ ہوئی ہے۔ لیکن خاطر خواہ بحث جوہر کی ساخت اور نظریہ قدریہ کی کتابوں ہی میں ممکن ہے۔ یہاں ہم صرف سرسری بیان پر اکتفا کریں گے۔

طبیعی اثر میں لورینٹس کے نظریہ سے اگر برقیہ کا بار (برقی سکونی اکائیوں میں) بہ مانا جائے اور اس کی کیفیت کہ توف حدت کے مقناطیسی میدان کے زیر اثر طیفی خط کے بوج عدد نہ کی تبدیلی مع نہ کے لیے حسب ذیل ضابطہ حاصل ہوتا ہے:-

$$\frac{\text{مع نہ}}{ق} = \frac{\text{بہ}}{\pi^2 \text{ کثرت سر}} = \text{ع}$$

جس میں $\text{ع} = \text{رقار نور پس ع}$ ایک مستقل عدد ہے جو تمام

جوہروں کے لیے غیر تبدیل ہے اس کو ”طبیعی“ زمینی اثر کا طیفی ہٹاؤ فی کاسس (Gauss) کہہ سکتے ہیں۔ مندرجہ بالا جملہ میں یہ ماکہ اور سر کی دریافت شدہ عددی قیمتوں کو درج کرنے سے اس کی قیمت $10 \times 25,40$ برآمد ہوتی ہے اور تجویز سے جو قیمت حاصل ہوتی ہے $10 \times 25,692$ موج عدد فی گادس ہے۔ پس واضح ہے کہ نظریہ اور تجربہ کے نتائج میں کافی انطباق ہے۔

کلاسیکل طریقہ ”خلاف قاعدہ“ زمینی اثر کی توجیہ میں بالکل ناکامی ثابت ہوا۔ اس کے متعلق تجربہ سے جو عام اور اہم واقعات دریافت ہوئے ہیں لوہرینٹس نے ان کو مجملاً اس طرح بیان کیا ہے :-

”جو طیفی سلسلے تہرے یا دہرے خطوط پر مشتمل ہیں ان میں ایک ہی تہرے یا دہرے خط کے ایک ایک فرد کی تقسیم عموماً مختلف طریقوں پر ہوتی ہے۔ لیکن اس سلسلے کے تمام تہرے یا دہرے خطوط کے متناظر افراد کی ان کے متعلقہ طریقوں ہی پر تقسیم ہوتی ہے۔ مثلاً پارے کے ثانوی ذیلی سلسلے کے ہر تہرے خط کا سب سے کم انعطاف اگلیز فرد و اجزا میں منقسم ہوتا ہے بیچ کا فرد چھ اجزاء میں اور سب سے زیادہ انعطاف اگلیز فرد تین اجزاء میں۔ نہ صرف ایک ہی سلسلے کے دہرے یا تہرے خطوں کے متناظر افراد کی تقسیم ایک طریقہ پر ہوتی ہے بلکہ مختلف جوہروں کے متناظر سلسلوں اور متناظر افراد کی تقسیم کا طریقہ بھی ایک ہی ہوتا ہے۔ مثلاً جس طرح سوڈیم کے صدر سلسلے کے پہلے دہرے رکن کے دو فرد D_1 اور D_2 علی الترتیب چار اور چھ اجزاء میں منقسم ہوتے ہیں اسی طرح تانبے اور چاندی کے صدر سلسلوں کے پہلے رکن کے افراد کی بھی اسی ہی تقسیم ہوتی ہے۔“

اس تقسیم میں طیفی خط کا جو ہٹاؤ واقع ہوتا ہے مقناطیسی میدان کے متناسب اور طبعی زمینی اثر والے مستقل حد کی ایک سادہ ذیلی ضعف ہوتا ہے۔

مقناطیسی میدان کی عدم موجودگی میں کسی طیفی خط کا جو مقام ہوتا ہے میدان کے ماکہ کرنے پر اس مقام کے گرد زمینی اثر سے اس طرح پیدا ہونے والے خطوط

علی الترتیب ۱۰، ۱۰ اور ۱۰ کے متناسب ہے (۲) میدان کے علی التوائم مقبض
چھ جزو ہیں جن کا ہٹاؤ خط کے مقام سے بالترتیب - $\frac{1}{m}$ ، $\frac{2}{m}$ ، $\frac{3}{m}$ ، $\frac{4}{m}$ ، $\frac{5}{m}$ ، $\frac{6}{m}$ ہے

- $\frac{1}{m}$ (یعنی - عد) + عد + $\frac{5}{m}$ عد اور $\frac{6}{m}$ عد ہے اور

ان کی حدت تنویر علی الترتیب ۶، ۴، ۲، ۲، ۲، ۴ اور ۶ کے متناسب ہے
(عد = 10×21692 موج عدد فی گاؤں)۔ اگر چاہیں تو کم اختصار کے ساتھ
اس نقشہ کو دو حصوں میں تقسیم کر کے 'ہٹاؤ کے متعلق
(متوازی) $\frac{1}{m}$ + 'صفر' - $\frac{1}{m}$

کہہ سکتے ہیں اور

$$\left(\frac{1}{m} + \frac{2}{m} + \frac{3}{m} + \frac{4}{m} + \frac{5}{m} + \frac{6}{m} \right) \text{ علی التوائم}$$

اجزاء کی حدت تنویر کے متعلق

کہہ سکتے ہیں۔

$$\frac{10, 10, 10}{4, 3, 2, 2, 2, 4}$$

مصرحاً بالا زائد اختصاری طریقہ پر پارے کے طیفی خط ل = 364352 انگسٹروم
کے "خلافت قاعدہ" زیمانی اثر کی (ہٹاؤ کی حد تک) نقشہ

$$\frac{1}{m} / 13, 10, 4, 2, 3 / 3$$

اور کرومیم کے طیفی خط ل = 5208 انگسٹروم کے "خلافت قاعدہ"

$$\frac{1}{m} / 1, 4, 6, 5, 4, 3, 3, 1, 1$$

کہ اول الذکر خط ۱۲ اجزاء میں منقسم ہوتا ہے اور آخر الذکر ۱۵ میں۔

ہم اب نظریہ قدریہ کے فداۃ پہلے طیفی زیمانی اثر کی توجیہ کرینگے۔
سب سے پہلے ڈیبائی (Debye) نے اس کا حل پیش کیا تھا اور اس کے

یے لارمر (Larmor) کے ایک مسئلہ سے مدد لی تھی۔ اگر ایڈروجن کے

جوہر کی طرح ایک مرکزہ اور ایک برقیہ کا نظام فرض کیا جائے تو سوال

یہ پیدا ہوتا ہے کہ متناطیسی میدان ف کے زیر اثر برقیہ کے مدار میں کیا تغیر

واقع ہوتا ہے۔

لارمر کے مسئلہ کے بموجب برقیہ اُن ہی مداروں میں حرکت کرتا ہے جن میں وہ مقناطیسی میدان کے غائب کرنے سے پہلے حرکت کرتا تھا۔ لیکن یہ مدار ایک ایسے نظام سے متعلق ہونگے جو میدان کی سمت کے گرد زاویہی رفتار

$$\text{سم} = \frac{1}{\frac{2\pi}{\text{سر}}} \frac{f}{\text{سر}}$$

کے ساتھ گھومتا ہے۔ واضح ہو کہ یہاں بہ سے مراد برقیہ کا برقی مقناطیسی اکائیوں میں بار ہے۔ باقی مقادیر وہی ہیں جن کا پہلے ذکر آچکا ہے۔ پس مدار تو وہی رہتے ہیں جو پہلے تھے۔ لیکن بتدیج آہستگی کے ساتھ ان میں استقبال (Precession) کی رفتار سے پیدا ہوتی ہے جو برقیہ کی مداری رفتار کے مقابلہ میں بہت قلیل ہے۔ اسی کیفیت کو لارمری استقبال کہتے ہیں۔

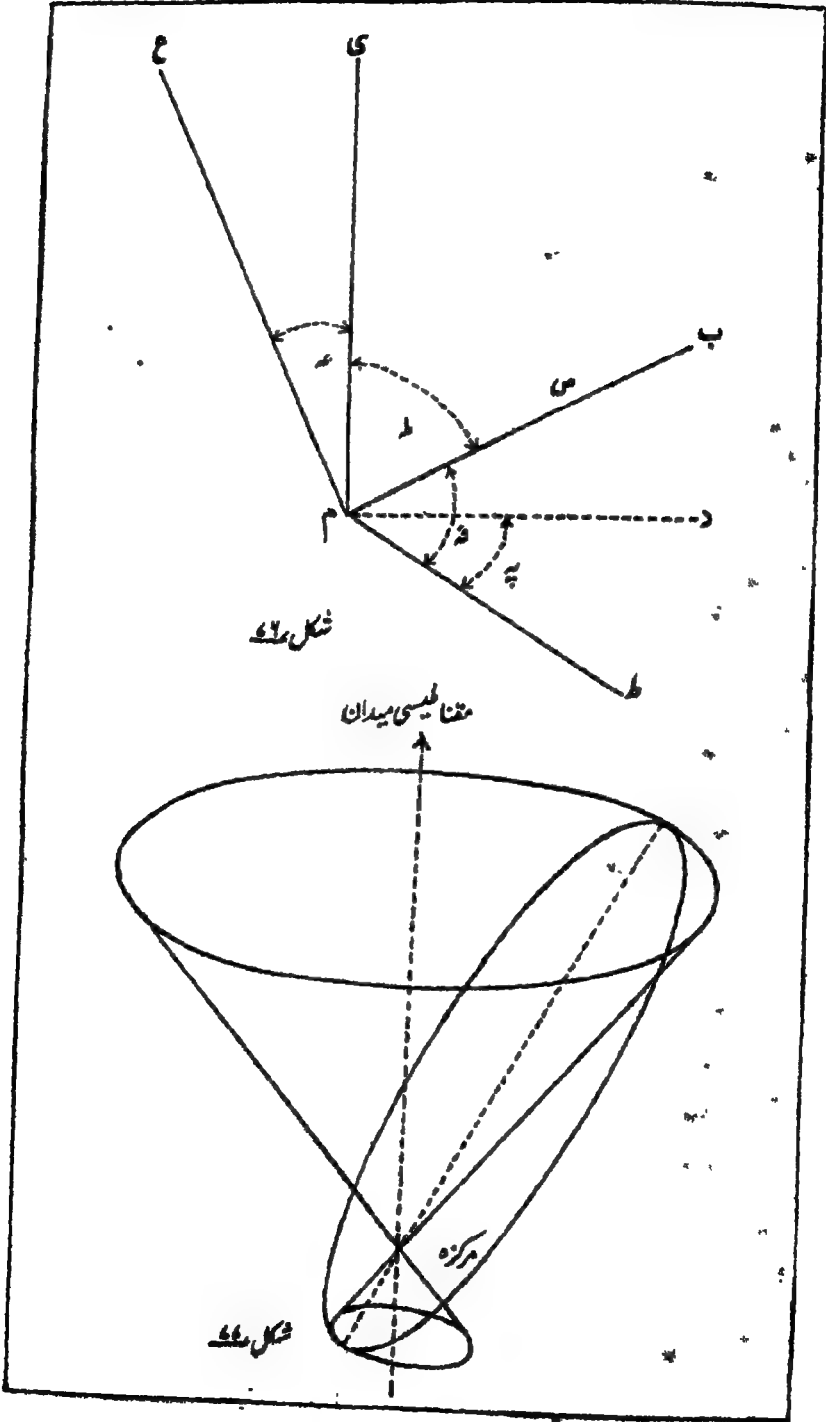
طیفی خطوط کی پیدائش کے لیے بوس کے نظریہ کے بموجب برقیہ کی مجموعی توانائی کی تبدیلی معلوم کرنے کی ضرورت ہے چونکہ لارمری استقبال میں برقیہ کا فاصلہ مرکز سے وہی رہتا ہے جو مقناطیسی میدان سے پہلے تھا۔ اس لیے اس کی توانائی بالقوہ میں کوئی فرق نہیں پیدا ہوتا ہے۔ البتہ توانائی بالحرکت میں تبدیلی واقع ہوتی ہے اس لیے کہ یہ ثابت کیا جاسکتا ہے کہ یہ تبدیلی

$$\text{مفت} = \frac{h(\dot{N}-\dot{N})}{2\pi} \text{ سم یعنی } (N-\dot{N}) \frac{2\pi f}{\text{سر}} \text{ کہ سر}$$

جس میں N اور \dot{N} مقناطیسی میدان کی سمت یا محور کے لحاظ سے سابقہ و تبدلہ قدری اعداد ہیں۔

اگر شکل ۷۷ اور شکل ۷۸ پر غور کریں تو اس کے سمجھنے میں مدد ملیگی۔

شکل ۷۷ میں فرض کرو کہ M مرکزہ ہے اور B مدار میں برقیہ کا مقام۔ M ی مقناطیسی میدان کی سمت، M ع برقیہ کے ناقصی مدار کے مستوی کا عمود اور M ط مدار کے مستوی اور محور وی کے



علی القوائم مستوی کا خط تقاطع مدار کے مستوی میں استمی زاویوں ϕ کی پیمائش ϕ کو مبداء مان کر لی جائیگی۔ اگر برقیہ کی فضائی حرکت پر غور کیا جاتا ہے تو اس کے تین محدود زاویہ ط نیمقطر سمتی ψ اور زاویہ ϕ ہونگے۔ دیکھو شکل مذکور۔ زاویہ ϕ خط ψ اور محور ψ کا درمیانی زاویہ ہے اور زاویہ ψ پر محور ψ کے علی القوائم مستوی میں جس کو ہم استوائی مستوی کہینگے پایا جاتا ہے۔
برقیہ کے مدار کے مستوی میں قدری شریط عائد کرنے سے

$$\lambda \text{ محور فرض} = \phi \text{ اور } \lambda \text{ محور فرض} = \psi$$

جس میں λ اور ϕ علی الترتیب ψ اور ϕ سے متعلق معیار حرکت کے معیار اثر ہیں، ϕ اور ψ ان کے متعلقہ قدری اعداد اور ϕ پلانک کا مستقل۔

اگر فضائی تین محدودوں کے لحاظ سے قدری شریط عائد کیے جائیں تو

$$\lambda \text{ محور فرض} = \phi \text{ اور } \lambda \text{ محور فرض} = \psi$$

یہ بتایا جاسکتا ہے کہ اگر λ توانائی با حرکت ہو تو

$$2\lambda = \frac{\text{محور فرض}}{\text{فرد}} + \frac{\text{محور فرض}}{\text{فرد}} = \frac{\text{محور فرض}}{\text{فرد}} + \frac{\text{محور فرض}}{\text{فرد}} + \frac{\text{محور فرض}}{\text{فرد}}$$

جس سے مصرعہ بالا دو محدودی نظاموں میں ہر آن کی توانائی با حرکت حاصل ہوتی ہے۔

پوری ایک گردش کے لحاظ سے مکمل کرنے پر

$$\phi + \psi = \phi + \psi + \psi$$

پس قدری اعداد ϕ ، ψ اور ψ میں مندرجہ ذیل رابطہ برآمد ہوتا ہے:

$$\phi + \psi = \psi$$

$$\text{معینہ} \lambda = \text{محور فرض} = \text{محور فرض} = \text{زاویہ محور}$$

(اس لیے کہ مح μ محور می کے گرد معیار حرکت کا معیار اثر ہے اور مح μ محور م ع کے گرد معیار حرکت کا معیار اثر ہے اور اول الذکر آخر الذکر کا ظل ہے۔ پس ایک کامل گردش کے لیے $\pi \mu = \text{مح} = \text{ن} \mu = \text{مح} = \text{ن} \mu = \text{مح} = \text{ن} \mu$ (پس $\text{ن} \mu = \text{ن} \mu$)

بدین وجہ زاویہ μ قدری اعداد ن اور ن کی قیمتوں کے ساتھ مربوط ہے۔ اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ برقیوں کے مدار کا مستوی مقناطیسی میدان کے لحاظ سے صرف چند مخصوص وضعیں اختیار کر سکتا ہے۔ مثلاً اگر التیمی قدری عدد ن کی قیمتیں ۱، ۲، ۳، وغیرہ ہوں تو ان قیمتوں کے لحاظ سے حسب ذیل وضعیں ممکن ہوں گی :-

اگر $\text{ن} = ۱$ تو چونکہ $\text{ن} = \text{ن} \mu + \text{ن} \mu$ تو صرف ایک وضع ممکن ہوگی جس میں $\text{مح} = ۱$ یعنی $\mu = \text{مح} = ۱$ اور $\text{ن} = ۲$ تو دو وضعیں ممکن ہوں گی کیونکہ $\text{ن} \mu$ صفر یا ۱ ہو سکتا ہے

اور اس لیے $\text{مح} = ۱$ یا $\frac{1}{2}$ یا $\frac{1}{3}$ اگر $\text{ن} = ۳$ تو تین وضعیں ممکن ہوں گی جن میں $\text{مح} = \frac{1}{3}$ یا $\frac{2}{3}$ یا $\frac{1}{6}$ اسی طرح ن کی دوسری قیمتوں کے لیے -

پس اس استدلال سے یہ قاعدہ برآمد ہوتا ہے کہ مقناطیسی میدان کے زیر اثر برقیہ کا مدار مستوی صرف محدودے چند خاص خاص وضعیں اختیار کر سکتا ہے اور محور م می سے متعلق قدری عدد ن کا مفہوم واضح ہو جاتا ہے۔ پس ایک مدار سے دوسرے مدار میں برقیہ کی منتقلی کے ساتھ مقناطیسی میدان کے زیر اثر توانائی میں جو تبدیلی واقع ہوتی ہے

$$\frac{(\text{ن} - \text{ن}') \mu}{\pi \mu} = (\text{ن} - \text{ن}') \frac{\mu}{\pi \mu} = \frac{\mu}{\pi \mu} = \frac{\mu}{\pi \mu}$$

اور اس کا تناظر تغیر تعدد و مفت μ مفت μ

یعنی (ن۔ن) $\frac{۴۴}{۳۳}$ ف

اب یہاں انتخاب کا قاعدہ (Selection Rule) استعمال کرنے کی ضرورت ہے۔ جس کے بموجب (ن۔ن) کی قیمت صرف + ۱ یا - ۱ یا صفر ہو سکتی ہے۔ پس اس قاعدہ کے لحاظ سے زیمانی اثر میں تغیر تعدد (یا باغلاظ دیگر نوادر طبعی خطوں

کا ابتدائی خط سے ہٹاؤ صرف صفر + سرے $\frac{۴۴}{۳۳}$ ف ہے۔
مف ع = صفر کی صورت میں طبعی خط اپنے سابقہ مقام ہی پر رہتا ہے۔

اس بیان سے ظاہر ہے کہ قدرتی نظریہ کے نتائج تجربی نتائج سے کامل طور پر منطبق ہوتے ہیں کیونکہ طبعی زیمانی اثر میں اصلی خط دو یا تین خطوں میں تقسیم ہو جاتا ہے جن کی وضعیں اصلی خط کے لحاظ سے متشکل ہوتی ہیں۔ نظریہ بالا کے ذریعہ زیمانی اثر کے خطوں کی تعطیل کی بھی بخوبی توجیہ ہو سکتی ہے۔ یہاں اس تفصیل میں جانے کی ضرورت نہیں۔

واضح ہو کہ زیمانی اثر میں طبعی خط کے تغیر یا تفاوت تعدد کے لیے جو جملہ

مف ن = $\frac{۴۴}{۳۳}$ ف سرے
مستنبط ہوا ہے اس کے ذریعہ سرے یعنی برقیہ کے برقی بار اور اس کی کمیت کی نسبت دریافت کرنے کا ایک نیا طریقہ حاصل ہوتا ہے۔ مختلف اشخاص مثلاً واشس (Weiss)، کائن (Cotton)، فورٹراٹ (Fortrat) وغیرہ نے اس طریقہ سے سرے کی قیمت دریافت کی ہے۔ ۱۹۲۳ء میں بیب کاک (Babcock) نے برقی متناطیسی اکائیوں میں قیمت ۱۰x۱۵۶۱ اکائیاں فی گرام معلوم کی۔

خلاف قاعدہ زیمانی اثر۔ جیسا کہ اس سے پہلے بیان

کیا گیا ہے۔ یہ اثر زیادہ پیچیدہ طبعی خطوط یعنی صنعتی خطوط کے ساتھ مشاہدہ ہوتا ہے۔ اس کی توجیہ کے لیے ٹائیڈ روجن جیسے یک برقی جوہر کا تحلیل جس میں صرف

ایک حاصل مجموعی قدرتی عدد (n) سے استفادہ کیا جاتا ہے، 'نا کافی' ہے۔
ایسے مظاہر جو مرکزہ کے ساتھ مخصوص ہیں (مثلاً مرکزہ کا مقناطیسی معیار اثر)
اگر نظر انداز کر دیے جائیں تو ان پیچیدہ طبیعی خطوط کی توجیہ کے لیے "چار قدرتی اعداد"
سے بخوبی کام نکل آتا ہے۔ اس تحقیق میں جو بڑی کوششوں کے بعد کامیاب ہوئی
لانڈے (Landé)، پاولی (Pauli) اور سوئر فلڈ نے بہت
دماغ سوزی کی ہے۔ ان کے مفروضات و حاصل کردہ نتائج کی بعد کو
پی۔ اے۔ ایم۔ ڈیراک (P.A.M. Dirac) نے برقیہ کے اضافیتی نظریہ
کے ذریعہ تصدیق کی۔

اس تحقیق میں فرض کیا جاتا ہے کہ مرکزہ کے باہر کا ہر برقیہ تقریباً ایک
مرکزی میدان قوت (Central field) کے زیرِ عمل حرکت کرتا ہے۔ قدرتی میکانیات
سے ظاہر ہوتا ہے کہ ایسے برقیہ کی جوہر کے ساتھ ایک قائم حالت میں وابستہ توانائی
چار متبذلوں (Parameters) کے تابع ہے۔ جن کی تفصیل حسب ذیل ہے :-
ن (n) یعنی صدر (Principal) یا حاصل مجموعی (Total) قدرتی عدد۔
ل (l) سمتی (Azimuthal) قدرتی عدد۔
م (m) مقناطیسی قدرتی عدد۔
س (s) برقی گھماؤ (Electron spin) کا قدرتی عدد۔
پہلے دو قدرتی اعداد سے طالب علم کو قبل ازیں تعارف کرایا جا چکا ہے۔ بقیہ دو کے
متعلق ذرا آگے چل کر مفردی باتیں بیان کی جائیں گی۔
ایڈروجن کے جوہر کی توانائی کے ضابطہ

$$1 = \frac{2^2}{n^2}$$

میں (n) کو جس طرح مثبت صحیح عددی قیمتیں دینے سے توانائی کی مختلف
قائم حالتیں ظاہر کی جاتی ہیں زیادہ پیچیدہ جوہر میں بھی اس کا مصروف
یہی ہوتا ہے۔
السمتی جوہری عدد (ل) مرکز قوت کے لحاظ سے برقیہ کی مداری حرکت

کی $\frac{1}{\lambda}$ اکائیوں میں زاویائی معیار حرکت یا معیار حرکت کے معیار اثر کی پیمائش کرتا ہے۔ مجموعی قدریٹی عدد (ن) کی قیمت جب مقرر کر دی جاتی ہے تو اس سمتی قدریٹی عدد کو صرف مندرجہ ذیل ن قیمتیں دی جاسکتی ہیں :-

صفر، ۱، ۲، ۳، (ن - ۱)

مقناطیسی قدریٹی عدد (م) برقیہ کے اپنے مدار میں مرکزہ کے گرد حرکت کرنے سے پیدا ہونے والے مقناطیسی معیار اثر (ہر) کے ساتھ منسوب ہے۔ اس معیار اثر کی طرف سب سے پہلے اوہلنبرکٹ (Uhlenbeck) اور گوڈسمٹ (Goudsmit) نے توجہ منطقت کرائی۔

امبیہ کے نظریہ کے بموجب اگر کسی حلقہ کے گرد برقی رو (ر) بہتی ہے تو وہ ایک مقناطیسی خول کے ماثل ہے جس کا رقبہ بعینہ وہی ہے جس کے محیط کے گرد رو بہتی ہے اور جس کی طاقت (خط) رو کی قیمت (ر) کے مساوی ہے۔ چونکہ (خط) = حٹ جس میں ح = مقناؤ کی حدت اور δ = خول کی موٹائی اور مقناؤ کی حدت = مقناطیسی معیار اثر (ہر) فی اکائی حجم۔ اگر رقبہ

$$(س) ہو تو \quad \frac{مٹ}{سٹ} = \frac{م}{س} = ر پس ہر = س ر$$

واضح ہو کہ اس ضابطہ میں (ر) کی قیمت برقی مقناطیسی اکائیوں میں فرض کی گئی ہے۔
اگر برقیہ کا مدار ناقصی ہے تو رقبہ

$$س = \frac{1}{4} \int \sin^2 \theta \, d\theta \quad \text{جس میں } \theta \text{ اور } \phi \text{ مرکزہ کے}$$

محاذ سے برقیہ کے قطبی محور ہیں۔ مرکزہ کے گرد برقیہ کا زاویائی معیار اثر $\frac{مٹ}{سٹ}$ مستقل ہے اور = کہ $\frac{1}{4} \int \sin^2 \theta \, d\theta$

$$پس س = \frac{1}{4} \int \sin^2 \theta \, d\theta \quad \text{مخففہ}$$

برقی رو ر = $\frac{1}{4} \int \sin^2 \theta \, d\theta$ جس میں یہ برقیہ کا بار ہے اور و مداری حرکت کا

وقت دوران ہے۔ اگر برقی بار برقی سکونی اکائیوں میں فرض کیا جائے
تو $r = \frac{e}{\omega}$ جس میں r رفتار نور ہے۔

$$\text{پس } m = \frac{e}{c} \times \frac{e}{\omega} \text{ یعنی } m = \frac{e^2}{c \omega} \text{ کہ } m$$

نظریہ قدریہ کے بموجب $\frac{e}{c}$ کی جائز قیمتیں $\frac{e}{c} = \frac{m}{\omega}$ ہیں جس میں
 m پلانک کا مستقل ہے اور m مقناطیسی قدریہ عدد۔ پس

$$m = \frac{e^2}{c \omega} \text{ کہ } m$$

ایک عالمگیر مستقل ہے اس کی قیمت 2.0×10^{-9} ارگ گائوس ہے اور "بوسر کا مقنیہ" (Bohr Magneton) کہلاتا ہے۔ یہ ممکنہ اقل مقناطیسی معیار اثر ہے۔ مقناطیسی
قدریہ عدد m برقیہ کی توانائی کے جملہ میں بیرونی مقناطیسی میدان کے
زیر عمل داخل ہوتا ہے۔ قدریہ اعداد n اور l جب معین ہو جاتے
ہیں تو m کی صرف مندرجہ ذیل $(1, 2, 3, \dots)$ قیمتیں ہو سکتی ہیں:-

$$-l, -(l-1), \dots, -2, -1, 0, 1, 2, \dots, (l-1), l$$

برقیہ کے گھاؤ کے قدریہ عدد m کی صرف $-l, -l+1, \dots, 0, \dots, l-1, l$ قیمتیں
ہو سکتی ہیں۔ مصرعہ بالا چار قدریہ اعداد کی حقیقی تعریفیں اور ان کے مستلزمہ
قواعد صرف اسی صورت میں اخذ ہو سکتے ہیں جبکہ برقیہ کی حرکت پر (جو کہ
ایک مرکزی میدان قوت کے تابع مانی جاتی ہے) قدریہ میکا نیات کا نظریہ
عائد کیا جاتا ہے۔ برقیہ کے گھاؤ کے متعلق یہ کہا جاسکتا ہے کہ m کی قیمت
چونکہ $-l, -l+1, \dots, 0, \dots, l-1, l$ ہو سکتی ہے برقیہ کے مقناطیسی معیار اثر m کے
ساتھ ایک زاویہ حرکت بھی ہوتا ہے جس کی قیمت $\frac{e}{c} \times \frac{e}{\omega} = \frac{e^2}{c \omega}$ ہوتی ہے

اور جس کی سمت مقناطیسی معیار اثر کی سمت کے عین مخالف ہوتی ہے (اس لیے کہ برقیہ کا بار منفی ہوتا ہے)۔ ہم تصور کر سکتے ہیں کہ برقیہ ایک برقیہ ہوا ڈرہ تے اور مرکز ثقل میں سے گزرنے والے محور کے گرد گھومتا ہے۔ ڈیراک کے نظریہ میں برقیہ کے اس گھاؤ کا تصور غیر ضروری ہے۔

اب ہم بتا سکتے ہیں کہ طیف کے ضعیفی خطوط (Multiplets) کی

پیدائش اس طرح ہوتی ہے: توانائی کی سطح میں برقیہ جب منتقل ہوتا ہے تو قدرتی اعداد l اور m (جن کی ممکنہ قیمتوں کے متعلق قبل ازیں صراحت کی جا چکی ہے) اصول انتخاب (Selection principle) کے تحت ہی بدل سکتے ہیں۔ l کی تبدیلی (یعنی $\Delta l = \pm 1$) اور $m = 0, \pm 1$ ۔ توانائی خواہ l ہو یا m تقریباً ساری کی ساری قدرتی اعداد n اور l ہی کے تابع ہوتی ہے۔ m اور s اعداد کی تبدیلی کا اثر اس پر بہت ہی قلیل ہوتا ہے۔ n اور l کی دو مفروضہ قیمتوں کے ساتھ ہی مستعد سطحیں وابستہ ہونگی جن کی متعلقہ توانائی کی قیمتوں میں بہت ہی خفیف اختلاف ہوگا۔ اس لیے m اور s کی تبدیلیوں سے خط کے تعدد میں بہت ہی تھوڑا فرق محسوس ہوگا۔ اور اس طرح ضعیفی خطوط رُو نما ہونگے۔ اس تمہید کے بعد ہم اب خلافت قاعدہ ذیاتی اثر کی قدرتی توجیہ پر روشنی ڈال سکتے ہیں۔ ۹۶ عناصر میں سے ۷۷ کے طیفی خطوط پر مقناطیسی میدان کا اثر مشاہدہ ہوا ہے۔ ان تجربوں میں ذیروست سے ذیروست مقناطیسی میدان استعمال ہوئے ہیں چنانچہ حال میں کاپٹزا (Kapitza) نے گیمبرج کے تجربہ خانہ میں ۳۰ ہزار گاؤس کے مقناطیسی میدان کے ساتھ تجربہ کیا، جو تانبہ کے سونے جیسا اس کے آگ بھگ تک ہی عمل کرتا ہے۔

جب کسی ضعیفی خط پر بہت ہی بڑی شدت کے مقناطیسی میدان عائد کیے جاتے ہیں تو خلافت قاعدہ ذیاتی اثر کی تشکیل بدل کر طبعی ذیاتی اثر کی قیں خطوط والی تشکیل رُو نما ہوتی ہے جو پاشن بیک اثر (Paschen-Back Effect) کے

نام سے مشہور ہے۔

ضعفی خطوط کی توجیہ میں فرض کیا گیا تھا کہ ان خطوط کے کسی ایک گروہ سے متعلق قائم حالات توانائی گھومنے والے گرفتی برقیہ یا برقیوں (rotating valency electrons) کی مختلف وضعوں کی وجہ سے مختلف ہوتے ہیں۔ جب جوہر مقناطیسی میدان میں واقع ہوتا ہے تو ایک واحد مقررہ حالت کے عوض متعدد حالتیں صورت پذیر ہوتی ہیں جو مقناطیسی میدان کے لحاظ سے مداری حرکت یا برقیی گھماؤ کے حاصل مجموعی زاویائی معیار حرکت کی مختلف وضعوں کی وجہ سے ایک دوسری سے مختلف ہوتی ہیں۔

ابھی بتایا گیا ہے کہ برقیہ جب اپنے مدار میں زاویائی معیار حرکت h کے ساتھ حرکت کرتا ہے تو اس کا مقناطیسی معیار اثر m ہے جس میں

h اور m دونوں مدار کے مستوی کے علی التوائی سمتیں ہیں اور اس لیے باہمی متوازی ہیں۔ اگر ایک ہی مرکزہ کے گرد مختلف مستویوں کے مداروں میں متعدد برقیے حرکت کرتے ہوں تو ان کے زاویائی معیار حرکت سمتیوں کے اصول کے بموجب جمع کیے جاسکتے ہیں اور ان کا حاصل سارے نظام کے زاویائی معیار حرکت کو تعبیر کریگا۔ اسی طرح ان کے متعلقہ منفردہ مقناطیسی معیار اثر کے سمتیوں کو جوڑنے سے سارے نظام کا حاصل مقناطیسی معیار اثر دریافت ہو جاتا ہے۔ یہ دونوں حاصل مجموعی سمتیں باہمی متوازی ہیں اور ان کی مطلق قیمتیں مصرعہ بالا مساواتوں کے ذریعہ باہم دیگر مربوط ہیں۔

واضح ہو کہ صرف بیرونی یا گرفتی (Valency) برقیوں ہی کی قدرتی حرکت سے مناظری طیف رونما ہوتے ہیں۔ بند خولوں والے برقیوں کی حرکت سے حاصل مجموعی زاویائی معیار اثر یا مقناطیسی معیار اثر صفر ہوتا ہے۔ معیار جیسا کہ اوپر اس کا ذکر آچکا ہے بیرونی مقناطیسی میدان کے زیر اثر جوہر صرف چند خاص وضعیں اختیار کر سکتا ہے ایسی جن سے مقناطیسی معیار اثر (یا زاویائی معیار اثر) کے رُسل (Projections)

ایک مقررہ مقدار ہی کا تفاوت رکھتے ہوں۔ معجزہ اصول انتخاب کے لحاظ سے صرف متصل حالتوں میں مقبول ممکن ہے۔ پس جوہر کی توانائی کے جملہ میں قدرتی اعداد 'ن'، 'ل'، 'س' سے متعلق جو رقمیں ہیں ان میں سے ہر ایک رقم کے عوض (۲ + ۱) رقمیں پیدا ہو جاتی ہیں جبکہ ایک نسبت کم طاقت کا مقناطیسی میدان عمل کرنے لگتا ہے، اس لیے کہ مقناطیسی قدرتی عدد 'م' کی اتنی ہی قیمتیں ہو سکتی ہیں۔ اس سے ظاہر ہے کہ لاندے نے ضمنی خطوط کی توجیہ کے لیے مداروں کی مختلف وضعوں کا جو نظریہ پیش کیا تھا اس کی مدد سے خلاف قاعدہ زیمانی اثر کی بھی توجیہ ہو جاتی ہے۔

طبیعی زیمانی اثر میں ذوارد خطوط اور اصل خط کے تعددوں میں تفاوت

مف نہ = $\pm \frac{\text{بہ ف}}{\text{۲۲ کس}}$ ہے
 خلاف قاعدہ زیمانی اثر کے لیے ۱۹۲۲ء میں بیک (Back)
 اور لاندے (Landé) نے رابطہ

$$\text{مف نہ} = \text{م} \left(\frac{\text{بہ ف}}{\text{۲۲ کس}} \right) \text{گ}$$

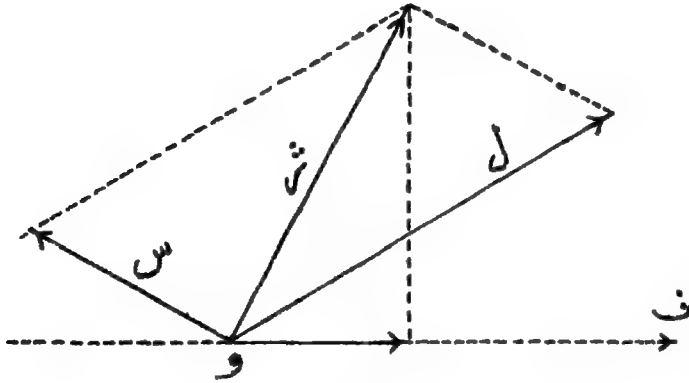
تجویز کیا۔ جس میں مف نہ دو متصل ذوارد خطوط کا تفاوت بتا دیتا ہے۔
 م کی قیمتیں 'شر'، 'شر - ۱'، 'شر - ۲'، 'شر' ہو سکتی ہیں اور
 گ انشقاقی جزو ضربی (Splitting Factor, Aufspaltung Faktor)
 کہلاتا ہے جس کی قیمت خود لاندے ہی کے دریافت کردہ تجربی ضابطہ
 سے معلوم ہو سکتی ہے جو 'شر'، 'س'، 'ل' کی رقموں میں دیا گیا ہے :-

$$\text{گ} = ۱ + \frac{\text{شر} (۱ + \text{س}) + \text{س} (۱ + \text{ل}) - \text{ل} (۱ + \text{ل})}{۲ \text{شر} (۱ + \text{شر})}$$

[واضح ہو کہ گ اور شر علی الترتیب لاطینی حروف g اور ذ کے مترادف ہیں]۔
 شر اصل جوہر کا اندرونی قدرتی عدد ہے۔ س اور شر کی قیمتیں صحیح اعداد کا

نصف ہوتی ہیں جبکہ خلافِ قاعدہ زیرانی اثر جنبت ضغنی خط (Even multiplet) کے کسی جزو سے متعلق ہوتا ہے اور صحیح اعداد ہوتی ہیں جبکہ اثر طاق ضغنی خط کے جزو سے متعلق ہوتا ہے۔ انشقاقی جزو ضربی گ کی تعیین کا صحیح ضابطہ صرف ہائزن برگ (Heisenberg) کی قدرتی میکانیات کے ذریعہ سے حاصل ہو سکتا ہے ہم ذیل میں زاویہ معیار اثروں کی ایک خلی ترسیم پیش کرتے ہیں جس سے آسانی کے ساتھ (مف نہ) کے لیے ایک جملہ حاصل ہو جاتا ہے جس میں گ کی قیمت قریب قریب وہی ہوتی ہے جو لانڈاے والے ضابطہ سے دریافت ہوتی ہے :-

شکل ۷۸ میں فرض کرو کہ بیرونی مقناطیسی میدان کی سمت و ف ہے۔



شکل ۷۸

معیار اثر شر کا سمتی س اور ل سمتیوں کا حاصل ہے جو و میں سے کھینچے گئے ہیں سمتی م میدان ف کی سمت میں شر کا ظل ہے۔ معیار اثر شر کے ساتھ جو توانائی وابستہ ہے

$$h \text{ مف نہ} = h \frac{e^2 h^2}{4 m c^2} \text{ شر (ف)}$$

[واضح ہو کہ یہاں جم (شر ف) سے مراد شر اور ف سمتیوں کے درمیانی زاویہ کی جیب التمام ہے]۔

$$h \text{ مف نہ} = h \frac{f}{\frac{f}{m} \text{ کہ سر}} m$$

سمتی میں کے لحاظ سے توانائی اگر h مف نہ ہو تو چونکہ بہ کمزور مقناطیسی میدان
ف میں سمتی میں سمتی شر کے گرد "استقبال" (Process) کرتا ہے اور سمتی شر
خود مقناطیسی میدان کی سمت کے گرد "استقبال" کرتا ہے - اس لیے

$$h \text{ مف نہ} = h \frac{f}{\frac{f}{m} \text{ کہ سر}} \text{ جم (س' شر) جم (شر'ف)} = h \frac{f}{\frac{f}{m} \text{ کہ سر}} \frac{f}{m} \text{ شر}$$

$$\text{چونکہ اذوئے ہندسہ جم (س' شر) = } \frac{\text{شر}^2 + \text{س}^2 - \text{ل}^2}{2 \text{ شر س}}$$

$$\text{لہذا } h \text{ مف نہ} = h \frac{f}{\frac{f}{m} \text{ کہ سر}} m \frac{\text{شر}^2 + \text{س}^2 - \text{ل}^2}{2 \text{ شر س}}$$

$$\text{پس مف نہ} + \text{مف نہ} = \text{مف نہ} = h \frac{f}{\frac{f}{m} \text{ کہ سر}} m \left[1 + \frac{\text{شر}^2 + \text{س}^2 - \text{ل}^2}{2 \text{ شر س}} \right]$$

اس جملے سے واضح ہے کہ l اور s کی بڑی قیمتوں کے لیے توسین والا جزو ضروری
قریب قریب اسی جملہ میں تحویل ہو جاتا ہے جو لائنڈے نے g کی تعین
کے لیے اخذ کیا ہے۔

حلاف قاعدہ ذیانی اثر کے دو وارد خطوط کے تغادیت تعدد کے لیے
مندرجہ بالا مضابطہ صرف اسی صورت میں صادق آتا ہے جبکہ مقناطیسی ف کمزور ہوتا
ہے اور اس میں سمتیوں کے میلانوں پر اس میدان کا اثر نہیں ہوتا۔ جب f بہت طاقتور ہوتا ہے تو
اس سے l اور s کے میلان متاثر ہو جاتے ہیں اور پاشن بیک اثر رونما ہو جاتا ہے۔

اب آسانی معلوم ہو جاتا ہے کہ سادہ طینی خطوط پر مقناطیسی میدان
سے طینی ذیانی اثر کیونکر ظاہر ہوتا ہے چونکہ توانائی کی دونوں سطحیں جن کے
مابین برقیہ کی منتقلی عمل میں آتی ہے، خط کی سادگی کی وجہ سے سادہ ہوتی ہیں
اس لیے قدیمی عدد میں صفر ہوتا ہے لہذا $\text{شر} = l$ (دیکھو شکل ۱۱۱)
اور $g = 1$ پس مقناطیسی میدان f میں جو ہر کی توانائی ایک سطح میں

! + م ف م ہے اور دوسری سطح میں ا + م ف م۔

تعدد اشعاع $ن = \frac{ا - ا'}{م} + (م - م') ف \frac{م}{م}$

انتخاب کے اصول سے م - م' = ۰ یا ± ۱

پس $ن = \frac{ف م}{م}$ یعنی ف $\frac{۳۴}{۳۳}$ جو لارمری تعدد ہے۔

داغ ہائے شمسی میں زیمانی اش کا مشاہدہ۔

سی۔ اے۔ ینگ (C.A. Young) نے ۱۸۹۲ء میں پرنسٹن (Princeton) کی رصد گاہ میں دریافت کیا کہ آفتاب کے داغ کا جب طیف بڑی تجلیلی طاقت کے طیف نما میں معائنہ کیا جاتا ہے تو بعض طیفی خطوط (علی الخصوص زرد اور سرخ رنگوں کے) چوڑے ہو جاتے ہیں اور بعض دُہرے ہو جاتے ہیں۔ مشہور میں جی۔ ای۔ ہیل (G.E. Hale) نے ہونٹ ولسن کی رصد گاہ میں ثابت کیا کہ داغ اگر قرص آفتاب کے مرکز کے قریب کا ہے تو اس کا طیفی خط دُہرا ہو جاتا ہے اور اس کے اجزاء مخالف سمتوں میں دائری مقطب ہوتے ہیں۔ اگر وہی داغ قرص آفتاب کے کنارے پر ہوتا ہے تو طیفی خط تہرا ہو جاتا ہے اور اس کے اجزاء مستوی مقطب ہوتے ہیں۔ اس لیے ہیل نے یہ رائے قائم کی کہ داغ ہائے شمسی میں برقیات ہوائی مادہ آفتاب کے مرکز سے نصف قطر کے گرد لولبی مداروں میں گھومتا ہوا تیز رفتار کے ساتھ حرکت کرتا ہے۔ جس کی وجہ سے طاقتور مقناطیسی میدان عمل کرنے لگتے ہیں جو بعض طیفی خطوط میں زیمانی اثر پیدا کرتے ہیں۔ مرکز والے داغوں میں مقناطیسی میدان اشعاع نور کی سمت میں علی کرتا ہے اور کنارے والے داغوں میں اشعاع نور کے علی اقوائم سمت میں۔ جو داغ آفتاب کے مرکز اور کنارے کے بین بین ہوتے ہیں تو نور جب داغ کے اس پہلو سے آتا ہے جو مرکز سے قریب تر ہے تو طیفی خط دُہرا دکھائی دیتا ہے اور نور جب آفتاب کے کنارے پر کے قریب تر

پہلو سے آتا ہے تو خط ہترا پایا جاتا ہے۔ ان مقناطیسی میدانوں کی مدت بعض اوقات ۳۰۰۰ گاؤس تک پہنچ جاتی ہے۔ جو زمانہ حال کے برقی مقناطیسی تجربہ خانوں کے آلات سے حاصل کردہ میدانوں کے مقابلہ میں بہت کم ہے لیکن داغہائے شمسی کا مقناطیسی میدان کئی ہزار میل قطر کے رقبوں پر پھیلایا ہوا ہوتا ہے۔

(Inverse Zeeman Effect)

مقلوب زیمانی اثر

جب کوئی جاذب مادہ مقناطیسی میدان کے اندر واقع ہوتا ہے اور اس کے اثر سے طیفی خطوط دو یا تین اجزاء میں تقسیم ہو جاتے ہیں تو اس کیفیت کو مقلوب زیمانی اثر کہتے ہیں۔ اس اثر کی وجہ یہ ہے کہ جوارعاشی حالات اشعاع نور کا باعث ہوتے ہیں وہی حالات انجذاب نور سے بھی متعلق ہوتے ہیں۔ اس لیے دو صورتوں میں مقناطیسی میدان کا طیفی خطوط کے طبعی تعددوں پر ایک ہی طرح کا اثر ہوتا ہے۔

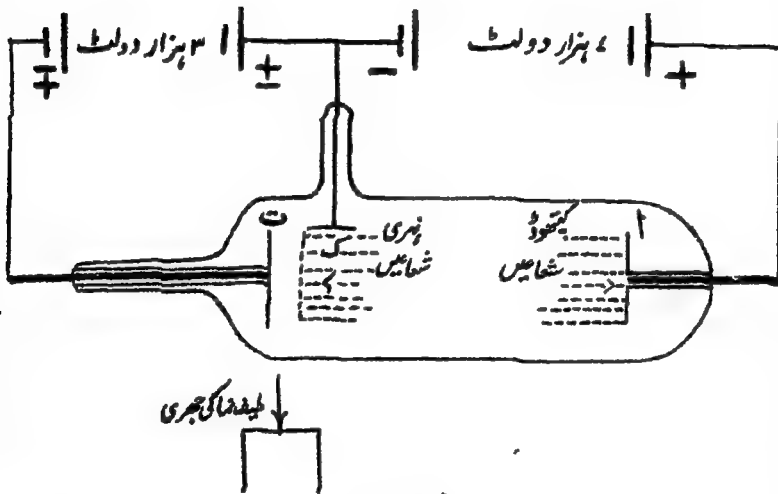
(Stark Effect)

اسٹارک اثر

۱۹۱۳ء میں جے۔ اسٹارک نے دریافت کیا کہ ہائیڈروجن کی منور خلائی نلی میں جب ایک زبردست برقی میدان قائم کیا جاتا ہے تو اس کے طیفی خطوط ایک خاص قاعدہ کے تحت پھٹ جاتے ہیں یعنی ایک کے بجائے متعدد خط اصل خط کے مقام کے دونوں طرف تشاکلا اور مقطب حالت میں رونا ہوتے ہیں۔ مقناطیسی میدان کا عمل دیکھ کر فطرتاً لوگوں کو خیال ہوا کہ برقی میدان کا بھی طیفی خطوط پر کچھ نہ کچھ اثر ہوگا۔ لیکن خلائی نلیوں میں ایصالیت کی وجہ سے زبردست برقی تغاوت قوہ کا دیر تا کہ قائم رکھنا بہت مشکل امر تھا اس لیے بڑی کوششوں کے بعد ہی اسٹارک اور لوسورڈو (Lo - Surdo) کو (جو ایک دوسرے کے تجربوں سے بظاہر اتفاق تھے) کامیابی نصیب ہوئی۔

ہم پہلے مختصراً اسٹارک کے آرکی تشریح کریں گے۔ شکل ۹۹ میں خلائی نلی کے اندر ۱۱ اینود مختفی ہے اور کیتھوڈ تختی جس کے اندر جابجا سو راخ کر دیے گئے ہیں تاکہ ہری شعاعیں (Canal rays) ان کے اندر سے آگے کو گذر جائیں۔

ک کے پیچھے صرف ۲ یا ۳ ملی میٹر فاصلہ پر اور اس کے متوازی ایک تختی رکھی گئی ہے۔ نلی کے اندر گیس کا دباؤ اس قدر کم ہے کہ اس کے ایونز (Ions) کا اوسط آزاد راستہ ک اور ت کے درمیانی فاصلہ سے بہت زیادہ ہے۔ اس وجہ سے ان تختیوں کے بیچ کی فضا میں ایونز کے مابین تصادم ہونے نہیں پاتا اور اس لیے ثانوی ایون پیدا نہیں ہوتے اور نہ گیس اخراج واقع ہوتا ہے۔



شکل ۷۹

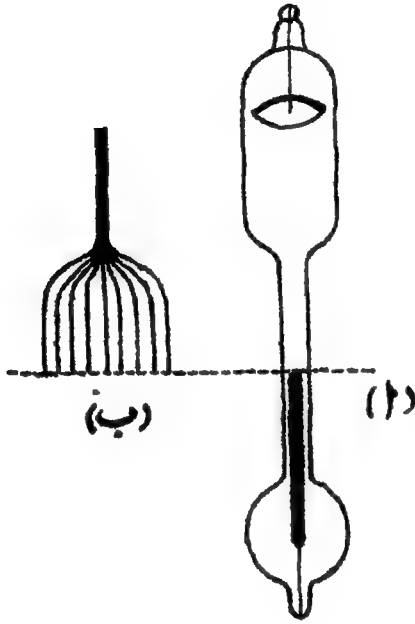
اس طریقہ سے ت اور ک تختیوں کے بیچ میں کئی لاکھ دولٹ فی سنٹی میٹر کا تفاوت قائم کرنا ممکن ثابت ہوا باوجودیکہ اس فضا میں منور ایون موجود تھے۔ شکل ۷۹ میں جس طرح طیف نمائندگی وضع میں رکھ کر ترتیب دیا گیا ہے عرضی زیبائی اثر والی ترتیب کے مشابہہ۔ برقی میدان جب کافی بڑی حد تک ہوتا ہے تو اسٹار کی اثر مشاہدہ ہوتا ہے طیفی خط پھٹ کر متعدد مثلث اور منقطع خطوط دکھائی دیتے ہیں جن کا ہٹاؤ برقی میدان کی حدت کے راست متناسب ہوتا ہے۔ اس کیفیت کو ایک درجی (Linear) اسٹار کی اثر کہتے ہیں۔ جب میدان کی حدت بہت ہی بڑی ہوتی ہے تو اس اثر کے سوا دو درجی (Quadratic) اسٹار کی اثر بھی مشاہدہ ہوتا ہے

جس میں غطوں کا ہٹاؤ میدان کی حدت کے مربع کے متناسب ہوتا ہے۔
 ست کی وضع کو مناسب طریقہ پر تبدیل کرنے سے اسٹارک نے
 ”طولی اثر“ کا بھی معائنہ کیا جس میں میدان سمت مشاہدہ کے متوازی ہے۔
 اسٹارک کی اثر میں ہائیڈروجن کا باہر والا ہر ایک طیفی خط متعدد انتشار کل اجزاء
 میں تقسیم ہو جاتا ہے۔ باہر کے سلسلہ میں جیسے جیسے طیفی خط کا ترتیبی عدد
 بڑھتا جاتا ہے ویسے ہی اس کے اسٹارک کی اثر سے پیدا ہونے والے اجزاء
 کی تعداد میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔ سرخ خط (H α) کے اجزاء کی تعداد
 قلیل ترین ہوتی ہے۔ اثر کا جب میدان کے علی القوائم مشاہدہ کیا جاتا ہے
 تو بعض اجزاء میدان کے متوازی مقطب ہوتے ہیں اور بعض اس کے
 علی القوائم۔ جب میدان کے متوازی مشاہدہ کیا جاتا ہے تو مست ذکرہ بالا
 علی القوائم مقطب اجزاء غیر مقطب ہو جاتے ہیں اور متوازی مقطب اجزاء
 غائب ہو جاتے ہیں۔

اسٹارک کی اثر میں خط کے اجزاء کا ہٹاؤ زمینی اثر کے ہٹاؤ سے
 بہت زیادہ ہوتا ہے۔ مثلاً بنفشی خط کے سب سے باہر کے اجزاء کا ہٹاؤ
 ۴۷ ہزار وولٹ فی سمر برقی میدان میں ۳۳ انگسٹروم اکائیاں ہوتا ہے
 اور یہی خط جب زمینی اثر سے پھٹ کر تین اجزاء میں تقسیم ہوتا ہے تو
 بیرونی اجزاء کا ہٹاؤ ۴۵ ہزار گاؤس والے مقناطیسی میدان میں صرف
 ۰.۲۸ انگسٹروم اکائیاں ہوتا ہے۔

لوسوسرڈو کے تجربہ کی ترتیب اسٹارک کی ترتیب سے پہلے تر
 دونوں تجربے اگرچہ قریب قریب ایک ہی وقت میں کیے گئے۔ لیکن
 لوسوسرڈو کو تجربہ کے نتائج کی اہمیت اسٹارک کا پرچہ شائع ہونے
 کے بعد معلوم ہوئی۔ اس کے آلہ کی شکل منہ میں تشریح کی گئی ہے۔
 یہ آلہ ایک معمولی خلائی نلی پر مشتمل ہے جس میں ایک برقی
 الومینیم کاتار ہے جو ایک یا دو ملی میٹر قطر کا ہے اور کسی قدر آسانی کے
 ساتھ شعری نلی میں میٹھا جاتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل منہ (۱)۔

اسٹار کی اثر کیتھوڈ تار کے سرے کے بالکل قریب میں پیدا ہوتا ہے جہاں
تفاوتِ قوتہ کی شرح تبدیلی بہت بڑی ہے۔ اس جگہ کے برقی اخراج کو



شکل نہ

وضاحت کے ساتھ طبعی فلزی جھری کے اوپر ماسک پر لاتے ہیں تو شکل (ب) کی سی کیفیت مشاہدہ ہوتی ہے۔ کیتھوڈ کی سطح کے اوپر تھوڑے ہی فاصلہ پر میدان صفر ہو جاتا ہے اور یہاں سے اوپر کا طبعی خط کا حصہ پھٹا ہوا نہیں نظر آتا۔ یعنی خط کے اجزاء ملے ہوئے دکھائی دیتے ہیں۔
لوسورڈ والا طریقہ فلزی طیف کے اسٹار کی اثر کے معائنہ کے لیے بھی موزوں ہے۔ جس فلز کے طبعی خط پر اثر مشاہدہ کرنا مقصود ہو اس کو بطور کیتھوڈ استعمال کرنے سے وہ فلز نہری شعاعوں کے تصادم سے بخار بن جاتا ہے اور اس طرح طبعی پیدا ہو کر اسٹار کی اثر ظاہر کرتا ہے۔

اسٹارک کے تجربہ کے تین سال بعد ایپسٹائن اور شوہرٹسشلڈ (Epstein and Schwarzschild) نے نظریہ قدریہ سے اس کی توجیہ کی۔ ان کا ثبوت مشکل ہے۔ اس کے لیے مکانی شکل کے محدود استعمال کرنے پڑتے ہیں اور قیمتی کمپلوں کی قیمتیں تقریبی طریقوں سے دریافت ہو سکتی ہیں۔ مصرعہ بالا محدودوں کے ذریعہ توانائی کی مساوات میں متغیروں کو ایک دوسرے سے یعقوبی (Jacobi) طریقہ استعمال کر کے علیحدہ کر سکتے ہیں۔ لیکن حل بہت طویل ہے۔ درحقیقت یہ مسئلہ مشروط دوری نظام کی عام ترین مثال ہے جو محلول بالا طریقہ سے حل ہو سکتی۔ ہم یہاں صرف قدریہ نظریہ کا نتیجہ بیان کر کے اس پر بحث کرینگے اور بتائینگے کہ کس طرح نظریہ اور تجربہ میں کامل انطباق پایا جاتا ہے۔

مرکزہ کے گرد مدار میں گردش کرنے والے مائیدرجن کے برقیہ پر جب برقی میدان ف عمل کرتا ہے تو اس نظریہ کی رد سے متعلقہ طیفی خط کا تعدد

$$n = n_0 \pm e f$$

جس میں n_0 خط کا تعدد بیرونی برقی میدان ف کی عدم موجودگی میں ہے اور e ایک عالمگیر مستقل ہے جس کی قیمت

$$\text{مساوات } n = \frac{h^2}{2\pi m} \text{ سے حاصل ہوئی ہے۔}$$

[واضح ہو کہ h پلانک کا مستقل ہے اور کہ برقیہ کا بار اور اس کی کمیت ہیں]

$e =$ تقریبی عدد جو ہمیشہ ایک صحیح عدد ہوتا ہے اور صدر قدریہ اعداد n اور s کے تابع ہوتا ہے۔ آخر الذکر عددوں سے قدریہ اصول کے بموجب طیفی خط کے اشعاع سے متعلق توانائی کی ابتدائی اور آخری حالتوں کی تعیین ہوتی ہے۔ چنانچہ

$$\left. \begin{aligned} n' - n &= \frac{h^2}{2\pi m} (s' - s) \\ s' - s &= \frac{h^2}{2\pi m} (n' - n) \end{aligned} \right\} \text{ جس میں } n' = \frac{h^2}{2\pi m} (s' - s) \text{ (ن-۱)}$$

اس نظریہ سے خطہ کے اجزاء میں ارتعاش کی سمت کا قاعدہ بھی مستطیل ہوتا ہے۔

اگر $(N - S) + (N - S) = L$ ایک جفت عدد ہے

تو جہاں ارتعاش کی سمت میدان ق کے متوازی ہوتی ہے اور اگر L طاق عدد ہے تو جہاں ارتعاش کی سمت میدان کے عمود قائم ہوتی ہے۔ ہم اسٹار کی اثر کے ان بیانیہ خطوں کے اجزاء کو عمودی ترتیب اعطاء کرتے ہیں اور قاعدہ کے سرحدات اور ق کے تعبیر کریں گے۔

ظاہر ہے کہ ہر کی صف عمول کی اشاعت ہمیشہ ارتعاش کی سمت کے

عمدی اتواء سمت میں ہوتی ہیں۔ پس اگر اسٹار کی اثر کے زیر عمل طاقی خط کی تحلیل

ہمیشہ عمودی میدان کی سمت میں ہوتا ہے (یعنی طولی اسٹار کی اثر ہے)

تو اس کے ت۔ اجزاء غیر مٹی ہونگے اور صرف ق۔ اجزاء غیر منقطب

سائت میں دکھائی دینگے اگر مثلاً وہ میدان کے عمود قائم سمت میں ہو رہا ہے

(یعنی عمودی اسٹار کی اثر ہے) تو تمام اجزاء مٹی ہونگے لیکن ت۔ اجزاء

احرق۔ اجزاء میں ان کی مختلف تقطیب کی وجہ سے قریباً اقلیت ہو سکتی ہیں

اب ہم پھر مثال معیہ بالانتاج کو پیش نظر رکھ کر بائیں دھن کے ایک

جستی طیفی خط H_7 کے اسٹار کی اثر پر غور کریں گے۔ جیسا کہ سابقہ باب میں

بتایا گیا ہے H_7 جو باہر کے سلسلہ کا تیسرا خط ہے برقی کی قدرتی طاقت

پانچ سے حالت دو میں متعلق کا نتیجہ ہے۔ پس اس خط کے لیے

$N = 5$ اور $S = 2$ پس N کی قیمتیں $1, 2, 3, 4, 5$ ہو سکتی ہیں لیکن N کی قیمت تو صفر ہو سکتی ہے یا ایک

اس لیے ترتیبی عدد 6 یا 7 کے مساوی ہے یا $(N \pm 2)$ کے۔

پہلی صورت میں عدد 6 جو ارتعاش کی سمت سے متعلق ہے سب سے

آخری حالات کے لحاظ سے $(N + 2)$ کے مساوی ہے۔ اور دوسری

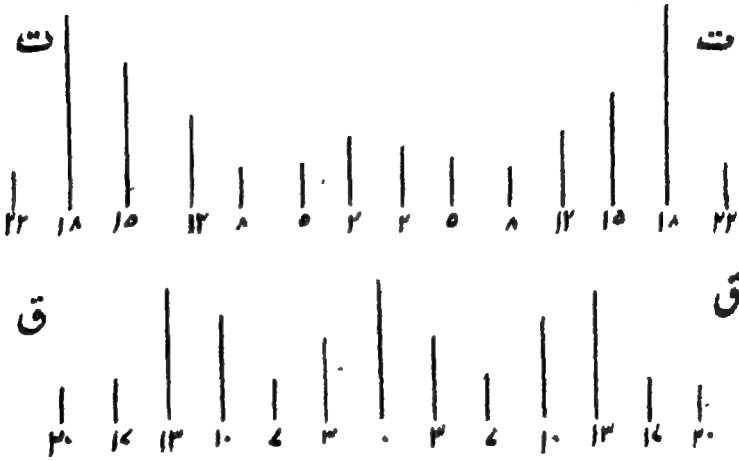
صورت میں $(N + 2)$ کے مساوی۔ پس ت۔ اجزاء کے ترتیبی اعداد

جن کے لیے L ایک جفت عدد ہونا چاہیے N کی طاق قیمتوں کے لیے

N ہونگے اور جفت قیمتوں کے لیے $(N \pm 2)$ ہونگے۔ اس طرح

طیفی خط H_7 کے ت۔ اجزاء سے متعلق ترتیبی عدد

۲، ۵، ۸، ۱۲، ۱۵، ۱۸، ۲۲ ہونگے۔
 اس طیفی خط کے ق۔ اجزاء سے متعلق ترتیبی اعداد جن کے لیے
 ل ایک طاق عدد ہونا چاہیے، ن کی جفت قیمتوں کے لیے ۵ ن ہونگے
 اور طاق قیمتوں کے لیے (۵ ن ± ۲) ہونگے۔ پس H_γ کے ق۔ اجزاء
 سے متعلق ترتیبی اعداد
 ۶، ۳، ۷، ۱۰، ۱۳، ۱۷، ۲۰ ہونگے۔
 یہ نتائج لکیروں کے ذریعہ شکل ۸۱ میں ظاہر کیے گئے ہیں۔ اس
 میں ہر لکیر کا طول طیفی خط کے متعلقہ جزو کی حدت کو تعبیر کرتا ہے جس کی
 اسٹارک نے فوٹو گرافی کی تختی پر اثر کو معائنہ کر کے تخمینہ کی۔

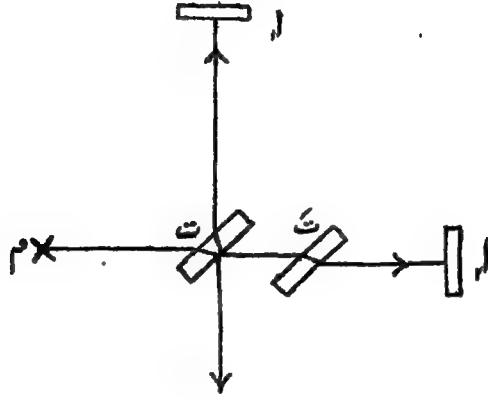


شکل ۸۱

H_γ میں اسٹارک اثر

مائیکلسن کے تداخل پیمائے کے ذریعہ دھرم
 طیفی خط کے اجزاء کے تفاوت طول موج کی تعیین۔
 باب دوم میں صفحہ ۶۰ پر ہم نے اس تداخل پیمائی مختصر

تشریح کی ہے اور اس کے ذریعہ پستلی شفات اشیاء کا انعطاف نما دریافت کرنے کا طریقہ بتایا گیا تھا۔ اب ہم اس آلہ کا طیف پیمائی استعمال بیان کرنا چاہتے ہیں۔ شکل ۵۲ میں اس آلہ کی ایک دوسری ترتیب بتائی گئی ہے۔



شکل ۵۲

شکل ۵۲ سے مقابلہ کیا جائے تو معلوم ہوگا کہ میدانے اور آنکھ کے مقام باہم دیگر بدل دیے گئے ہیں۔ اسی طرح ۱ اور ۲ آئینوں میں بھی باہم دیگر تبدیلی عمل میں آئی ہے۔ آئینہ ۱ پیچ کے گھومنے سے آہستہ آہستہ (بغیر گھومے) آگے پیچھے حرکت کرتا ہے۔ آئینہ ۲ ساکن ہے۔

آلہ کو صبر ہدایت مندرجہ باب دوم ٹھیک طور پر ترتیب دینے کے بعد جس پیچ کو گھمانے سے آئینہ ۱ (بغیر گردش) آگے یا پیچھے حرکت کرتا ہے اس کی گھائی سوڈیم کے لور کے طول موج کی رقموں میں ناپ لی جاتی ہے۔ آلہ کی جو شکلیں بتائی گئی ہیں ان میں یہ پیچ بتایا نہیں گیا ہے۔ اس لیے کہ یہ شکلیں محض خاکہ ہیں تصویر نہیں۔ لیکن آلہ کے معائنہ سے فوراً پتہ چل جاتا ہے کہ یہ پیچ کونسا ہے۔ شکل ۵۳ میں اس کو آلہ کے ڈبے کے اسی بازو فرض کرنا چاہیے جس کے مقابل آنکھ ک واقع ہوتی ہے۔ یہ پیچ کے ذریعہ پہلے آئینہ ۱ کو اس طرح مرتب کرنا چاہیے کہ دائری شکل کے

تداخلی بند یا جھالیں پیدا ہوں۔ اس کے بعد آئینہ کو تختی ت کی طرف حرکت دی جاتی ہے۔ حتیٰ کہ تداخلی جھالیں خیر واضح ہونے لگتی ہیں۔ اس حالت میں پیمانہ پر کا نشان پڑھ لیا جاتا ہے۔ پھر آئینہ آہستہ آہستہ تختی ت سے دور ہٹایا جاتا ہے اور جھالوں کی تعداد گن لی جاتی ہے جو مرکز پر غائب ہو جاتی ہیں یہاں تک کہ بیچ تقریباً ایک کامل چکر میں گھوم جاتا ہے۔ اس حالت میں کمر پیمانہ کا نشان پڑھ لیا جاتا ہے۔ اگر اس طرح ن جھالیں غائب ہو گئیں تو آئینہ بقدر فاصلہ $\frac{n\lambda}{2}$ پیچھے ہٹایا گیا۔ پس اگر بیچ نے لا چکر کیے تو اس کی گھائی کی قیمت = $\frac{n\lambda}{2}$ دہرے طبعی خط کے اجزاء کا تفاوت طویل موج معلوم کرنے کے لیے فرض کرو کہ خط کے اجزاء n اور b ہیں اور ان کے طویل موج علی الترتیب λ اور λ' ۔

فرض کرو کہ آلہ اس طرح مرتب کیا گیا ہے کہ اس سے تقریباً سیدھے بند پیدا ہوتے ہیں۔ اب سفید نور استعمال کر کے اس کے مرکزی بند کو چشمہ کے صلیبی تاروں پر لاؤ تاکہ تداخل پیمائیں سے گزرنے والے نور کے دونوں راستے مساوی طول کے ہوں۔ پھر جب بھری دہرے خط کے نور سے منور کی جائیگی تو اس کے دونوں جزو اپنے اپنے تداخلی بندوں کے نظام پیدا کریں گے۔ یہ دونوں نظام باہم منطبق ہو جائیں گے جبکہ ان کے متعلقہ راستے مساوی ہوں گے۔ اب اگر آئینہ λ کو بتدریج پیچھے ہٹا کر نور کے ایک راستہ کو دوسرے سے ذرا لمبا کر دیا جائے تو چھوٹے طویل موج (λ) والے جزو کے بند بہ نسبت دوسرے جزو کے بندوں کے باہم دیگر قریب تر ہوں گے اور اس لیے تداخلی بندوں کے دونوں نظاموں میں تطابق باقی نہ رہیگا۔ اور بالآخر ایک نظام کا منور بند دوسرے نظام کے تاریک بند سے منطبق ہو جائیگا۔ اگر دہرے خط کے اجزاء بالکل مساوی حدت تصویر کے ہوں تو تداخلی بندوں کا ایک نظام دوسرے کو تعلق کر دیگا۔ اس کے بعد اگر آئینہ λ کو اور پیچھے ہٹاتے جائیں تو نور کے

راستوں کا تفاوت اور زیادہ بڑھ جائیگا اور بند بتدریج دکھائی دینے لگیں گے۔
جب نور کا ایک راستہ اتنا بڑھ جائیگا کہ اس میں چھوٹے طول موج (لہ) اور
جزو کی موجوں کی تعداد دوسرے جزو کی موجوں سے بقدر ایک بڑھ جائے تو
بند پہلے کی طرح مکرر واضح نظر آنے لگیں گے۔
اگر ان اعظم وضاحتوں کی وضوح کے مابین آئینہ ۱ فاصلہ ط پیچھے
ہٹایا گیا ہے تو

$$1 = \frac{\frac{\lambda}{2}}{\frac{\lambda}{2}} - \frac{\lambda}{2} = \frac{\lambda}{2} - 1$$

اگر لہ یا لہ پہلے سے معلوم ہو تو اس طرح دوسرا جزو بھی معلوم ہو جاتا
ہے۔ تجربہ کے نیچے سوڈیم یا پارے کے زرد دھبے خط بہت موزوں ہیں۔
اس تماثل پیمائے خردہ پیمائے غیر و جیسے طول کے پیمائشی آلات کی
بھی بخوبی تعبیر ہو سکتی ہے۔ ہیڈی طبیعیات میں مائکلس والا تداخل پیمائے
دوسرے شعروں کی تحلیل اور علاقائی (giant) ستاروں کے قطر کی پیمائش کے
لیے نہایت کامیاب آلہ ثابت ہوا۔

انکسار نور کے باب میں دو جہریوں کے انکسار سے متعلق بحث کرتے ہوئے
ہم نے بتایا ہے کہ اگر کسی ایک جہری کی چوڑائی ۱ ہو اور ان کا درمیانی فاصلہ
ب تو پردہ پر پیدا ہونے والے انکساری نقشہ کے اعظم یا اقل تنویری بند جہری
پر زاویہ θ بنتے ہیں۔ اگر ان دو جہریوں کو بجائے ایک مبداء نور کے
دو قریبی مبداءوں سے منور کیا جائے جن کے مابین بہت ہی قلیل زاویہ θ
ہو تو ایسی صورت میں جبکہ ایک مبداء سے پیدا ہونے والا اعظم تنویری بند
دوسرے مبداء والے متصل اقل تنویری بند سے منطبق ہوتا ہے، ان دو
مبداءوں کا درمیانی زاویہ

$$\theta = \frac{\lambda}{2(b+a)}$$

یعنی ط چوڑائی والی واحد مستطیل جبری کی تحلیلی طاقت ایسی دو جہریوں کی (جن کے مابین یہی فاصلہ ط واقع ہو) تحلیلی طاقت کی صرف آدمی ہوتی ہے۔

اس اصول کے لحاظ سے جس کی طرف سب سے پہلے متونی لارڈسریلے نے توجہ منعط کرائی تھی اگر کسی دور بین کے دہانہ والے عدسہ کے مرکزی حصہ کو ڈھانپ کر غیر شفاف بنادیا جائے اور محض عدسہ کے حاشیہ کے رقبوں میں سے نور کو گزیرنے دیا جائے تو دور بین کی تحلیلی طاقت میں اضافہ ہو جاتا ہے اگرچہ نور کی قلت کی وجہ سے خیال کم منور ہوتا ہے۔ اس طریقہ سے جے ایس اینڈ سن (J.A. Anderson) نے عیوق (Capella) کی دو ستاروں میں تحلیل

کی اور دریافت کیا کہ ان کے

مابین زاویہ $2.04''$ ثانیہ ہے۔

طیف نمائی طریقوں سے پہلے ہی

سے معلوم ہو چکا تھا کہ عیوق ایک

دھراستارہ ہے۔

اب ہم بتانا چاہتے ہیں

کہ مائیکلسن کے تراصل پیمائے

ذریعہ ستاروں کا قطر کس طرح

ناپا جاتا ہے۔ شکل ۸۳ میں

ا، ا، اور ا، ا، چار مستوی

آئینے ہیں جو دور بین کے محور کی سمت

کے ساتھ 45° کا زاویہ بناتے

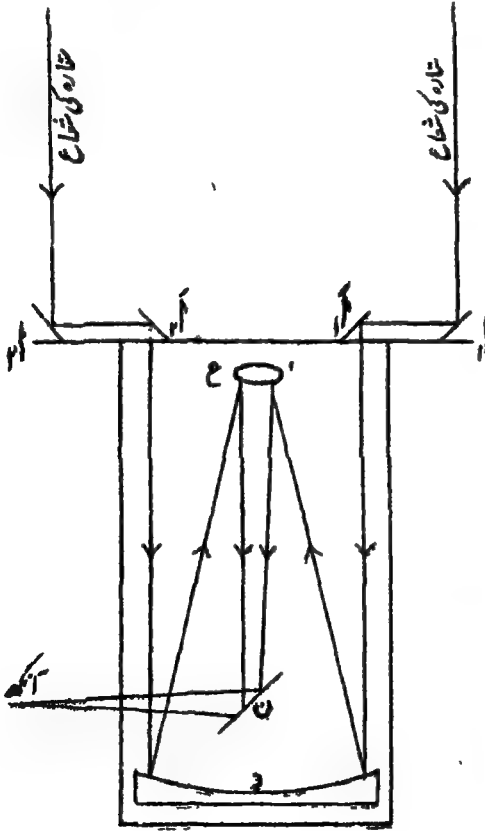
ہیں۔ ا، ا، کی اوپر کی سطح

منقوض ہے اور ا، ا، کی

نیچے کی سطح منقوض ہے تاکہ

ستارہ سے آنے والی شعاعیں

ان سے منعکس ہو کر دور بین میں



شکل ۸۳

ہوتے ہوئے دہانہ کے مکانی آئینہ د پر واقع ہوں۔ وہاں سے منکس ہو کر وہ بالآخر آنکھ میں داخل ہوتی ہیں جیسا کہ شکل میں تیروں کے ذریعہ بتایا گیا ہے۔ بیرونی آئینوں ۱، ۱ اور ۱۱ کا درمیانی فاصلہ حسب ضرورت بڑھایا گھٹایا جاتا ہے۔

۱۹۲۱ء میں اے۔ اے۔ مائیکلسن اور ایف۔ جی۔ پیلز (F.G. Pease) نے رصدگاہ مونٹ ویلسن (Mount Wilson) کی سواریج سپرہ والی دوربین کے ساتھ اس تداخل پیمائے کا استعمال کیا۔ جب آئینوں ۱، ۱ اور ۱۱ کا درمیانی فاصلہ ۱۲ انچ سے کمتر تھا تو جبار (Orion) کے سب سے بڑے ستارہ ابٹاجوزار (Betelgeuse) کے فوٹو گراف میں جھلریں پائی گئیں۔ یہ فاصلہ جب بڑھتا بڑھتا ۱۲ انچ (= ۳۰.۶۵ سمر) ہو گیا تو جھلریں غائب ہو گئیں۔ ایسی صورت میں مندرجہ بالا استدلال کے بموجب اور لحاظ اس امر کے کہ ستارہ کی سطح کروی ہے اس کا زاویہ قطر

$$\theta = \frac{1.22}{D} \lambda$$

[مبدائے نور کا خاکہ دائری شکل کا ہونے کی وجہ سے انکساری ضابطہ میں جزو ضربی ۱.۲۲ کی ضرورت داعی ہوئی۔ جیسا کہ انکسار نور کے باب میں بیان کیا گیا ہے۔ درحقیقت جزو ضربی ۱.۲۲ کے عوض ۱.۲۳ زیادہ صحیح ہے اس لیے کہ آفتاب کی طرح ستاروں کے حاشیے بھی بقیہ سطح کی بہ نسبت کم منور نظر آتے ہیں۔]

اس ضابطہ میں D سے مراد تداخل پیمائے کے بیرونی آئینوں ۱، ۱ اور ۱۱ کا درمیانی فاصلہ ہے۔ ابٹاجوزار سُرخ رنگ کا ستارہ ہے۔ مندرجہ بالا ضابطہ میں λ جو ستارہ کے نور کا مؤثر طول موج ہے ۵۰۰۰ $\times 10^{-10}$ سمر کے مساوی ہے پس $\theta = 0.04$ ثانیہ اور چونکہ ہستی ذرائع سے اس کے اختلاف منظر (Parallax) کی قیمت ۰.۰۱۸ ثانیہ دریافت ہو چکی ہے اس لیے اس کا قطر بقدر ۲۴ $\times 10^6$ میل برآمد ہوتا ہے

جو تقریباً مدارِ مرتخ کے قطر کے برابر ہے۔ اسی لیے یہ ستارہ عملاتی کہلاتا ہے۔ مشاہدہ سے معلوم ہوا کہ اس کا قطر دوری طریقہ پر گھٹتا بڑھتا بھی ہے۔ جب چھوٹا ہو جاتا ہے تو اس کے خیال کی جھالیں قائب نہیں ہوتیں تا وقتیکہ تداخلِ پیما کے بیرونی آئینوں کا درمیانی فاصلہ ۱۴ فٹ تک نہ بڑھا دیا جائے۔

قلبِ عقرب (Antares) کا قطر ابٹاجوزار کے قطر سے بھی زائد ثابت ہوا۔ ۲۰ فٹ فصل والے تداخلِ پیما سے چھوٹے سے چھوٹا زاویائی قطر جو ناپا جاسکتا ہے ۰.۰۲۴ ثانیہ ہے۔

چھٹا باب

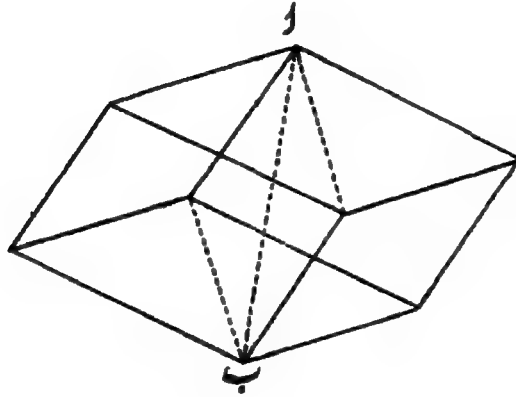
تقطیب نور

مداخل و انکسار نور کے مظاہر کی توجہ کے لیے صرف اس قدر فرس کرنا کافی ہے کہ نور کی اشاعت موجی حرکت کے ذریعہ ہوتی ہے۔ آیا یہ موجیں طولی ہیں یا عرضی اس بحث میں پڑنے کی اب تک ضرورت پیدا نہیں ہوئی۔ واقعہ یہ ہے کہ خود بینک (Young) اور ہویگنز (Huygens) جو موجی نظریہ نور کے بڑے زبردست حامی تھے خیال کرتے تھے کہ یہ موجی حرکت طولی ہے یعنی (آواز کی طرح) واسطہ کے "ذرات" کی ذوری حرکت نور کی اشاعت کی سمت میں واقع ہوتی ہے۔ ہم بتائینگے کہ یہ تصور کیوں غلط ثابت ہوا۔

۱۶۶۹ء میں ڈینش فیلسوف ایریزمس بارٹھولینس (Erasmus Bartholinus) نے انکشاف کیا کہ کیلسائٹ (Calcite) کی قلم میں سے جب کوئی شعاع نور گزرتی ہے تو اس سے دو شعاعیں پیدا ہوتی ہیں۔ اس وجہ سے ایسے انعطاف کے لیے ڈھرا یا ڈیٹلا انعطاف نام تجویز ہوا۔ تھوڑے ہی عرصہ کے بعد معلوم ہوا کہ ڈیٹلا انعطاف سے جو شعاعیں پیدا ہوتی ہیں بعض خصوصیات میں ایک دوسری کی ضد ہوتی ہیں۔ ان امور کی تجزیہ تحقیق کے لیے کیلسائٹ کی قلمی ساخت کا جاننا ضروری ہے اس لیے ہم اس کے ہندسہ سے متعلق چند باتیں بیان کریں گے۔

کیلسائٹ یا آئس لینڈ اسپارک کی قلمی شکل درمبوہیڈرون

(rhombohedron) کی سی ہوتی ہے یعنی وہ چھ متوازی الاضلاع سطحوں سے محدود ہوتا ہے جس کے زاویے علی الترتیب $53^{\circ} 10'$ (تقریباً 53°) اور 68° (تقریباً 68°) ہوتے ہیں۔ اس کے دو مجسم زاویے 1 اور b (دیکھو شکل ۸۳) جو باہر یک قطر مقابل ہوتے ہیں تین منفرج زاویوں کے ملنے سے بنتے ہیں اور باقی ماندہ چار مجسم زاویے ایک منفرج اور دو حادہ زاویوں کے فراہم ہونے سے۔ انشقاق کی وجہ سے کیلسائٹ کی قلم ہمیشہ اسی نوعیت کی مجسم شکل اختیار کرتی ہے۔

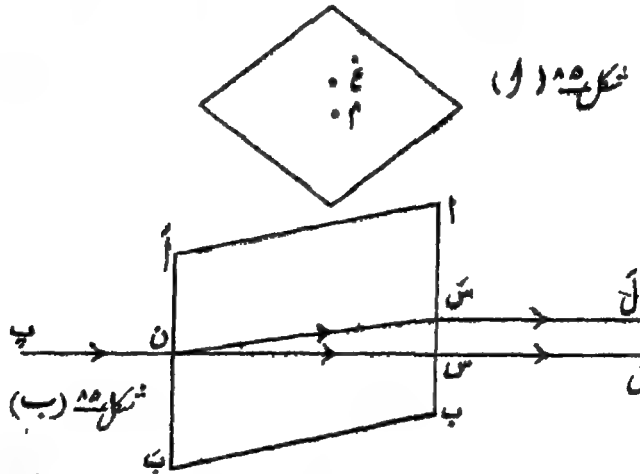


شکل ۸۳

قلم کے تمام (بارہ) کنارے جب مساوی طول کے ہوتے ہیں تو 1 اور b مجسم زاویوں کو ملانے والا خط ان کی متعلقہ منفرج سطحوں کے ساتھ مساوی زاویے بناتا ہے اور قلم کا محور کہلاتا ہے۔ اگر کنارے مساوی نہ ہوں تو 1 اور b پر کے مجسم زاویوں کی سطحوں کے ساتھ مساوی زاویے بنانے والی سمت قلم کے محور کی سمت کہلاتی ہے۔ قلم کے اندر اس سمت میں جتنے بھی متوازی خطوط کھینچے جائیں بطور اختصار مناظری محور کہلاتے ہیں۔ سر و دست ہم صرف ان مستویوں کو جو قلم کے دو متوازی پہلوؤں کے علی التوائم اور مناظری محور میں سے گزرتا ہو اس کی صدر تراش کے نام سے غالب کریں گے۔ اسی طرح کیلسائٹ کے

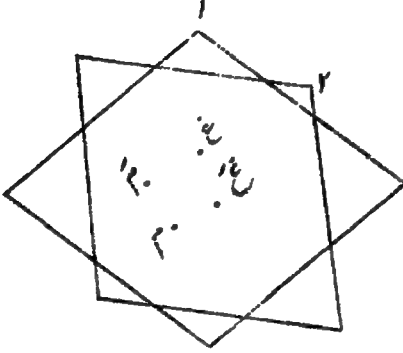
رومب (rhomb) کے ہر ایک نقطہ کی تین صدر تراشیں ہونگی۔ واضح ہے کہ ہر صدر تراش کی وضع قلم کے متعلق پہلوؤں کے چھوٹے وتر کے متوازی ہونگی۔ اب فرض کرو کہ دو ایک پردہ میں سوراخ کر کے اس کو تیز حرکت کے بدلے سے منور کیا جاتا ہے اور اس سے دور کی جرنیل نکلتی ہے اس لینڈ اسپار کی ایک قلم پر سطح کے علی القوائم واقع ہوتی ہے۔ سہولت کی خاطر قلم کی سطح کے چاروں ضلع مساوی (شکل معین) بنائے گئے ہیں دیکھو شکل ۸۵ (ا)۔ قلم کی مقابل سطح میں سے دو متوازی پنسلیں خارج ہوتی ہوئی نظر آئیں گی۔ م معمولی شعاعوں سے متعلق ہونگی اور غ غیر معمولی شعاعوں سے۔

متوازی الاضلاع ۱ ب ۲ ا (شکل ۸۵ ب) قلم کی صدر تراش کو تبصیر کرتا ہے۔ پنسل پ ن قلم کی سطح پر علی القوائم واقع ہوتی ہے اور جب

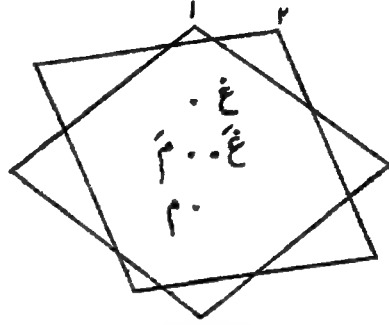


اس کی صدر تراش میں سے گزرتی ہے تو دو پنسلوں میں تقسیم ہو جاتی ہے۔ ایک معمولی اور دوسری غیر معمولی۔ ابتدائی پنسل کا زاویہ وقوع قائم ہونے کی وجہ سے اول الذکر قلم میں سے براہ ن من ل بلا انحراف گزر جاتی ہے اور آخر الذکر ن من کی سمت میں منعطف ہو کر براہ من ل اپنی سابقہ سمت کے متوازی خارج ہوتی ہے۔ پس ظاہر ہے کہ اس ذیل کے انعطاف میں ایک پنسل معینہ قواعد انعطاف کی پابند ہوتی ہے اور اس لیے معمولی پنسل کہلاتی ہے۔ دوسری پنسل ان قواعد کی پابند

گھاؤ۔ دیکھو شکل ۷۷۔ تو دو کے بجائے اب پار خیال دکھائی دینگے۔ خیال م تو منصرف ہو ہوگا لیکن خیال غ زرا ساید سے بازو ہٹ جائیگا۔ م اور غ دونوں خفیت سے مدھم

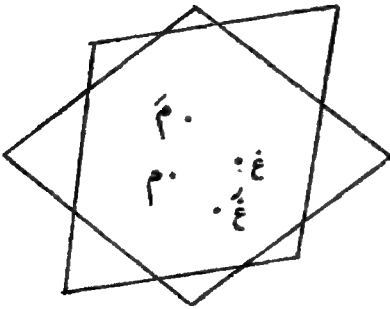


شکل ۷۷

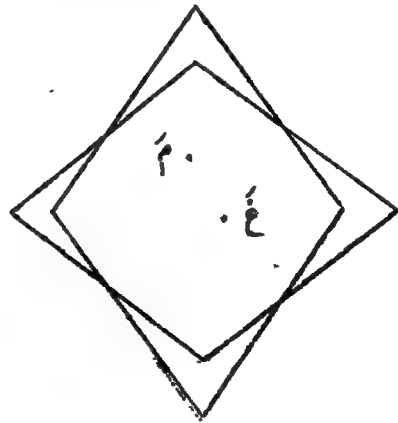


شکل ۷۸

پڑ جائیگے اور ان کے مابین دونے مدھم خیال (م اور غ) نظر آنے لگیں گے۔ ان کو ملانے والے خطوط سے ایک متوازی الاضلاع م غ پیدا ہوگا جس کے منسلق قلموں کی صدر تراشوں کے متوازی ہونگے۔ شکل ۷۹ میں قلم نمبر ۲ اتنی گھمائی گئی ہے کہ اس کے اور قلم نمبر ۱ کے صدر مستویوں کے مابین پورے مدھم کا زاویہ ہے۔ اس وضع میں چاروں خیال مساوی روشن نظر آتے ہیں۔

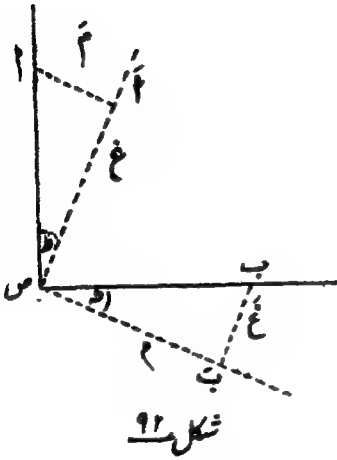


شکل ۷۹



شکل ۸۰

نمبر ۲ قلم کو مزید گھمانے سے م اور غ خیال زیادہ مدھم ہو جاتے ہیں اور م اور غ خیال زیادہ واضح نظر آتے ہیں۔ اور جب ان قلموں کے صدرستویوں کے درمیان ۹۰ زاویہ واقع ہوتا ہے تو م اور غ خیال بالکل غائب ہو جاتے ہیں۔ دیکھو شکل ۹۱۔



شکل ۹۲



شکل ۹۱

جب یہ زاویہ ۹۰ سے بھی زیادہ بڑھ جاتا ہے تو م اور غ خیال دوبارہ دکھائی دینے لگتے ہیں اور م اور غ خیالوں کی حدت گھٹتی جاتی ہے۔ اور جب یہ زاویہ ۱۳۵ ہو جاتا ہے تو چاروں خیال پھر سے مساوی روشن دکھائی دیتے ہیں ملاحظہ ہو شکل ۹۰۔

نمبر ۲ قلم کو مزید گھما کر درمیانی زاویہ جب پورے ۱۸۰ بنا دیا جاتا ہے تو دونوں قلموں کے صدرستوی مکرر باہم دیگر متوازی ہوتے ہیں۔ م اور غ خیال غائب ہو جاتے ہیں اور م اور غ خیال اپنی سابقہ حدت اختیار کر لیتے ہیں۔ لیکن باہم دیگر منطبق بھی ہو جاتے ہیں جیسا کہ شکل ۹۱ میں بتایا گیا ہے۔

ان شکلوں کے مطالعہ سے واضح ہوگا کہ پہلی قلم کے معمولی خیال کی شعاعیں دوسری قلم میں سے گزر کر ایک معمولی خیال م پیدا کرتی ہیں اور ایک غیر معمولی غ اسی طرح اول الذکر یعنی پہلی قلم کے غیر معمولی خیال کی شعاعیں دوسری قلم میں سے گزر کر معمولی خیال م اور غیر معمولی خیال غ پیدا کرتی ہیں۔

قلموں کے صدرستویوں کے درمیانی زاویہ کے بدلتے سے چونکہ خیالوں کی تعداد

اور ان کی حدت میں تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں اس لیے واضح ہے کہ نور کی پنسل جب ایسی قلوں میں سے گزرتی ہے تو اس میں ایک طرح کی نئی کیفیت پیدا ہوتی ہے۔ اسی کو تقطیب نور کہتے ہیں۔

تقطیب کا لفظ اس لیے استعمال ہوتا ہے کہ فزکی پنسلوں میں ایک قسم کی وضع دی مشاہدہ ہوتی ہے جو قلموں کے صدر مستویوں کے ساتھ وابستہ ہے۔ ان مشاہدات کی توجیہ میں ینگ اور ہولنگنز کامیاب نہ ہو سکے۔ اس لیے کہ ان کا یہ خیال تھا کہ نور کی اشاعت آواز کی طرح طولی موجوں کے ذریعہ ہوتی ہے۔

فرینیل (Fresnel) نے نور کی موجوں کو عرضی تصور کر کے متذکرہ بالا مشاہدات کی پوری توجیہ کی۔ جیسا کہ شکل ۹۲ کے مطالعہ سے واضح ہوگا۔ پہلے چند اصطلاحات کی تفہیم ضروری ہے۔ معمولی خیال (اور اس کی شعلقہ پنسل) کی نسبت کہا جاتا ہے کہ وہ قلم کے صدر مستوی میں مقطب ہے اور غیر معمولی خیال (اور اس کی شعلقہ پنسل) کا جب ذکر آتا ہے تو کہتے ہیں کہ وہ قلم کے صدر مستوی کے علی القوائم مستوی میں مقطب ہے۔ یہ اصطلاحیں جب اختراع ہوئیں تو ان کا مقصود ابتداً صرف اسی قدر تھا کہ معمولی اور غیر معمولی پنسلوں کے ارتعاشوں کو جو اشاعت نور کی سمت کے علی القوائم ہیں باہم علی القوائم مانا جائے۔ جب تقطیب نور کے مسائل میں زیادہ مہارت کی ضرورت محسوس ہوئی تو فرینیل نے فرض کیا کہ معمولی پنسل میں (جو قلم کے صدر مستوی میں مقطب سمجھی جاتی ہے) ائیر (Ether) کا ارتعاش اس صدر مستوی کے علی القوائم ہوتا ہے اور غیر معمولی پنسل میں ارتعاش خود صدر مستوی میں ہوتا ہے۔ میک کلا (Mac Cullagh) کا مفروضہ اس کے بالکل برعکس تھا اور ایک ہر صحت یہ اختلاف جاری رہا۔ لیکن بعض قطعی تجزیوں کے ذریعہ ثابت ہو گیا کہ فرینیل کا مفروضہ صحیح ہے۔ ہم آگے چل کر ان امور پر بحث کریں گے۔ سہر دست فرینیل کے مفروضہ کو تسلیم کر کے فرض کرتے ہیں کہ مغربی پنسل جب پہلی قلم سے نکلتی ہے تو اس میں ارتعاش کی سمت صدر مستوی ص ۱ (شکل ۹۲) کے علی القوائم ہوتی ہے۔ اس کے حیطہ ارتعاش کو اگر ص ب سے تعبیر کیا جائے تو غیر معمولی پنسل کا حیطہ ارتعاش ص ۱ ہوگا جو ص ب کے مساوی اور اس کے علی القوائم ہے۔

دوسری قلم جب خفیف سی گمائی جاتی ہے جس کی وجہ سے ان کے صدرستویوں کے درمیان زاویہ طہ واقع ہوتا ہے تو ارتعاش ص ب کی ص ب اور ب ب ارتعاشوں میں تحلیل ہوتی ہے جو باہر دیگر علی القوائم ہیں۔ ص ب یعنی ص ب جم طہ قلم نمبر ۲ کے صدرستوی کے علی القوائم ہے اور اس لیے قلموں کی موجودہ وضعوں میں خیال م کے حیطہ ارتعاش کی تعبیر کرتا ہے۔ ب ب یعنی ص ب جب طہ قلم نمبر ۲ کے صدرستوی کے متوازی ہے اور اس لیے خیال غ کے حیطہ ارتعاش کی تعبیر کرتا ہے اسی طرح ارتعاش ص ا کی ص ا یعنی ص ا جم طہ اور ا ا یعنی ص ا جب طہ ارتعاشوں میں تحلیل ہوتی ہے۔ اول الذکر قلم نمبر ۲ کے صدرستوی کے متوازی ہے اس لیے خیال غ کے حیطہ ارتعاش کی اس سے تعبیر ہوتی ہے۔ ثانی الذکر اس مستوی کے علی القوائم ہے اس لیے خیال م کے حیطہ ارتعاش کو تعبیر کرتا ہے۔

چونکہ ص ب اور ص ا مساوی حیطے ہیں اس لیے ان کے عوض ایک ہی علامت ص لکھی جاسکتی ہے اور اس طرح م اور غ خیالوں کی حدتیں باہر دیگر مساوی اور حہ جم طہ ہوتی ہیں۔ قلمیں جس وقت علی القوائم ہوتی ہیں یعنی ان کے صدرستویوں کا درمیانی زاویہ طہ ۹۰ ہوتا ہے تو یہ خیال غائب ہو جاتے ہیں (اس لیے کہ جم طہ = صفر) ایسا ہی م اور غ خیالوں کی حدتیں مساوی اور حہ جب طہ سے تعبیر ہوتی ہیں۔ قلمیں جب متوازی ہوتی ہیں یعنی ان کے صدرستویوں کا درمیانی زاویہ صفر یا ۱۸۰ ہوتا ہے تو خیال م اور غ غائب ہو جاتے ہیں۔

فرینیل اور آریگو (Aragu) نے مقطب نور کی پنسلوں کے تداخل پر متعدد تجربے کیے اور ان کے نتائج ہی کی بناء پر رائے قائم کی کہ نور کی موجیں اشاعت کی سمت کے علی القوائم ہوتی ہیں۔ جب نور مستوی مقطب ہوتا ہے تو یہ موجیں صرف ایک ہی سمتی میں (جو سمت اشاعت کے علی القوائم ہوتی ہے) محدود رہتی ہیں۔ ویکلے انعطاف سے جب تقطیب پیدا ہوتی ہے تو معمولی اور غیر معمولی پنسلوں میں ارتعاش کی سمتیں باہر دیگر علی القوائم ہوتی ہیں۔ ان تجربی نتائج کی اہمیت کی وجہ سے ہم ان کو ذیل میں مختصراً درج کیے دیتے ہیں:-

(۱) جن حالات کے تحت نور کی معمولی پنسلوں میں تداخل واقع ہوتا ہے ان حالات

دو علی القوائم مقطب پنسلوں میں تداخل نہیں ہوتا۔

(ب) ایک ہی مدار سے نکلی ہوئی اور ایک ہی مستوی میں مقطب دو پنسلوں کے درمیان نور کی معمولی دو پنسلوں کی طرح تداخل ہوتا ہے۔

(ج) نور کی دو علی القوائم مقطب پنسلیں جب تقطیب کے ایک ہی مستوی میں لائی جاتی ہیں تو معمولی نور کی طرح ان میں تداخل واقع ہوتا ہے بشرطیکہ وہ ابتدائے مقطب نور کی ایک ہی پنسل سے نکلی ہوں۔

چونکہ کیلسائیٹ کی قلم میں سے نور کے گزرنے سے معمولی اور غیر معمولی جو وہ خیال پیدا ہوتے ہیں ہمیشہ مساوی روشن ہوتے ہیں اس لیے واضح ہے کہ قلم میں داخل ہونے سے پہلے نور میں کسی قسم کی جانب داری نہیں ہوتی ہے۔

یہی طبعی نور جس میں کسی قسم کی تقطیب مشاہدہ نہیں ہوتی ہے جب کیلسائیٹ وغیرہ میں سے گزرتا ہے تو دو مستوی مقطب حصوں میں تقسیم ہو جاتا ہے جن کی تقطیب کے مستوی باہم دیگر علی القوائم ہوتے ہیں۔ اس لیے طبعی نور کی نسبت ہم تصور کر سکتے ہیں کہ وہ دراصل ایک ایسا مستوی مقطب

نور ہے جس کی تقطیب کے مستوی کی سمت اچانک اور انتہائی بے قاعدگی کے ساتھ جلد جلد بدلتی جاتی ہے۔ یہ تبدیلی ایک ثانیہ میں اتنے مرتبہ واقع ہوتی ہے کہ کثرت تعدد کی وجہ سے نور کا کسی خاص سمت تقطیب کے ساتھ لگاؤ نہیں پایا جاتا۔

اسی وجہ سے ڈیٹلا انعطاف پیدا کرنے والی قلم میں سے گزرنے کے بعد معمولی اور غیر معمولی خیالوں کی حدت تنویر مساوی ہوتی ہے۔ اگر سمت کی اس تبدیلی کا تعدد کم ہوتا مثلاً چار یا پانچ ثانیوں میں ایک مرتبہ تبدیلی ہوتی تو وہ خیال روشن تر دکھائی دیتا جس کی تقطیب کا مستوی واقع نور کی تقطیب کے مستوی کے ساتھ کمتر زاویہ بناتا۔ مہذا جب بھی واقع نور کی تقطیب کا مستوی تبدیل ہوتا تو معمولی اور غیر معمولی خیالوں کی حدتوں میں بھی تغیر مشاہدہ ہوتا۔ لیکن کثرت تعدد کی صورت میں حدتیں مساوی رہتی ہیں اور اس لیے طبعی یا غلیظ مقطب نور کی ماہیت کے متعلق یہ تصور مناسب ہے۔

الفکاس کے ذریعہ مستوی مقطب نور کی پیداہش۔

انیسویں صدی کے اوائل میں پیرس کی اکیڈمی (Paris Academy) نے انعام مقرر کر کے ڈیٹیلے انعطاف کی توجیہ کے لیے ریاضی کا نظریہ طلب کیا تو مالوس (Malus) نامی ایک فرانسیسی افسر جو مصر کی ہم سے پیرس کو مینا نیا واپس ہوا تھا اس نظریہ کی تلاش میں مصر دت تھا کہ اتفاقاً شام میں ایک دن شام کو اس کی نظر آفتاب کے خیال پر پڑی جو قصر لکسمبورگ (Luxembourg Palace) کی ایک کمر کی کے آئینہ میں شعاعوں کے انعکاس سے پیدا ہوا تھا مالوس نے اس خیال کا کیلسائیٹ کی قلم میں سے مطالعہ کیا تو اس کو قلم کی بعض وضعوں میں بجائے دو خیالوں کے صرف ایک ہی خیال دکھائی دیا۔ قلم کو بتدریج گھمانے سے کبھی معمولی خیال قائب ہو جاتا تھا اور کبھی غیر معمولی خیال۔ اتنے میں آفتاب غروب ہو گیا اور مالوس نے پانی اور دیشہ وغیرہ جیسی شفاف اشیاء کی سطح پر سے مرم جتی کے شعلہ کی شعاعوں کو منعکس کر اگر کیلسائیٹ کے ذریعہ نور کا امتحان کیا تو معلوم ہوا کہ شعاعیں جب ایک خاص زاویہ پر واقع ہوتی ہیں تو ان کا نور مستوی مقطب ہوتا ہے۔

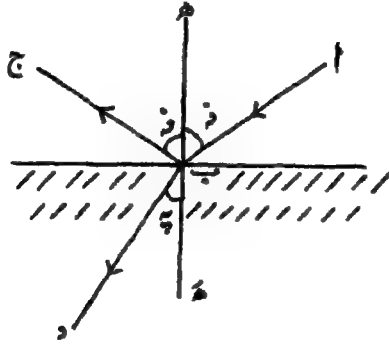
بعد کی تحقیقاتوں سے معلوم ہوا کہ اس طرح خاص زاویوں پر جو پنسل منعکس ہوتی ہے بالکلہ مقطب نہیں ہوتی ہے کچھ حصہ غیر مقطب رہ جاتا ہے۔ علی الخصوص جبکہ انعکاس پیدا کرنے والی شے کا انعطاف نہایت بڑا ہوتا ہے۔ اس خاص زاویہ کو مقطب زاویہ کہتے ہیں۔ کامل تقطیب نہ ہونے کی یہ وجہ ہے کہ انعکاس انگیز سطح پر اس کو غلجے بنانے میں یا موسمی اثرات سے یا گرد و غبار کے جم جانے سے ایک کمتر انعطاف نما والی شہ تیار ہو جاتی ہے۔ مالوس کے اکتشاف کے چند ہی سال بعد بروسٹر (Brewster) نے دریافت کیا کہ شفاف مادے کی سطح پر سے مقطب زاویہ پر نور کی پنسل جب منعکس ہوتی ہے تو مقطب زاویہ کا انعکاس انعطاف پیدا کرنے والے مادے کے انعطاف نما کے مساوی ہوتا ہے۔ اس کلیہ کو بروسٹر کا کلیہ کہتے ہیں۔ اس سے یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے کہ ایسی صورت میں منعکس اور منعطف شعاعیں باہم مدگر علی القوائم ہوتی ہیں۔ اس لیے کہ اگر وہ مقطب زاویہ

ہو اور پہ زاویہ انعطاف

$$\text{تو } \frac{\text{جب فہ}}{\text{جب پ}} = \text{مر جس میں مر} \equiv \text{انعطاف نما}$$

$$\text{اور ہر وسٹر کے کلیہ سے مس فہ} = \frac{\text{جب فہ}}{\text{جم فہ}} = \text{مر}$$

$$\text{پس جب پ} = \text{جم فہ یعنی فہ} + \text{پ} = \frac{\pi}{2} \quad (\text{ملاحظہ شکل ۹۳})$$



شکل ۹۳

جو پنسل اس طرح منعطف ہوتی ہے اس کا امتحان کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ اس کا بھی کچھ جزو منعطف ہوتا ہے لیکن بہت ہی کم جزو۔ اور اس کی تقطیب کا مستوی منعکس پنسل کی تقطیب کے مستوی کے علی القیام ہوتا ہے۔ اگر انعطاف بجائے ایک موٹی تختی میں ہونے کے چلی پرتوں کے ایک تہہ بر تہ رکھے ہوئے مجموعہ میں ہو تو منعطف پنسل تقریباً پوری کی پوری منعطف پائی جائیگی۔ ایسی تقطیب کو سادہ انعطاف حتی تقطیب کہتے ہیں۔

مستوی انعطاف سے متعلق تجربے کرنے کے لیے سب سے پہلے اس بات کی ضرورت محسوس ہوتی ہے کہ ایک ہی مستوی میں مقطب نور کی پنسل حاصل

کی جائے۔ انعکاس سے جو تقطیب پیدا ہوتی ہے ایک ہی مستوی میں ہوتی ہے اور اس لیے اس کو تجربہ میں استعمال کر سکتے ہیں۔ لیکن اس میں یہ وقت ہے کہ ہر مقطب پنسل کے لیے شیشہ کی ایک تختی کو ایک خاص زاویہ میں گھما کر کھڑا کرنا پڑتا ہے جس کی وجہ سے پیمائش میں چنداں باریکی نہیں حاصل ہو سکتی۔ دیکھنے کے لیے انعطاف سے جو مقطب پنسلیں پیدا ہوتی ہیں ان کو ایک دوسری سے علحیدہ کرنے کے لیے خاص خاص طریقے اختیار کرنے پڑتے ہیں یعنی ایک مقطب پنسل کو محفوظ رکھ کر دوسری کو جذب کر دینا پڑتا ہے جیسا کہ نیکول کے منشور کے بیان میں آگے چل کر بتایا جائیگا۔ حسن اتفاق سے ٹرملین (tourmaline) ایک ایسا دیکھنے کے لیے انعطاف والا دعائی ہے جس کی بعض رنگین قسمیں اگر اس کے محور کے متوازی تراشی جائیں تو معمولی خیال والی پنسل کو بالکلیہ جذب کر لیتی ہیں اور اس طرح صرف غیر معمولی خیال والی پنسل خارج ہوتی ہے۔ ایسی تراشی ہوئی تختیوں کو حلقوں میں بٹھا کر ایک دوسری کے متوازی ترتیب دے سکتے ہیں۔ حلقے اپنے مستوی میں حسب ضرورت گھمائے جاسکتے ہیں جس کی وجہ سے قلموں کے محوروں کے مابین حسب دلخواہ زاویہ پیدا کیا جاسکتا ہے۔

سروست ہم کیلسائٹ کے دیکھنے کے لیے انعطاف پر مزید بحث کریں گے اور ہویگنز (Huygens) کے ناصیہ موج کے طریقہ سے بتائیں گے کہ یہ قلمیں جب باعتبار محور خاص خاص وضعوں میں تراشی جاتی ہیں تو ان میں کس طرح نور کی اشاعت ہوتی ہے۔ پہلے صدر مستوی کے مفہوم کو مزید عمومیست دی جاتی ہے۔ اس کی ضرورت نہیں کہ وہ قلم کے مناظری محور میں سے گزرنے والا اور انشقاق سے پیدا ہونے والی کسی سطح کے علی القوائم مستوی میں واقع ہو یہ وہ مستوی جو مناظری محور میں سے گزرتا ہو اور قلم کو کاٹ کر جو کوئی بھی مستوی سطح تیار کی جاسکتی ہو اس کے علی القوائم ہر صدر مستوی کہلایا جاسکتا ہے۔

جب ایسے صدر مستوی میں قلم کی کسی تراشی ہوئی سطح پر نور کی شعاع واقع ہوتی ہے اور اس شعاع کے وقوع کا زاویہ یکے بعد دیگرے مختلف قیمتیں اختیار کرتا ہے تو معلوم ہوگا کہ عموماً دو منعطف شعاعیں پیدا ہوں گی۔

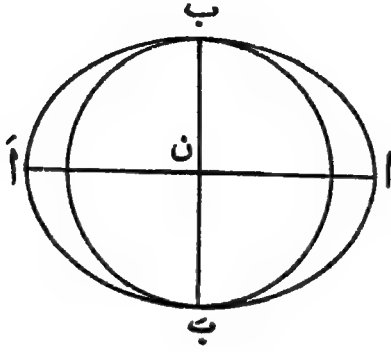
ایک معمولی شعاع ہوگی جو معمولی انعطاف کے دونوں گلیوں کے تابع ہوگی یعنی وہ صدر مستوی میں ہوگی اور اس کے لیے زاویہ وقوع اور زاویہ انعطاف کی جیبوں میں نسبت (م) مستقل ہوگی جو سوڈیم کے نور کے لیے ۱۵۸۲ کے مساوی ہے۔ دوسری یعنی غیر معمولی شعاع صدر مستوی میں تو ہوگی لیکن زاویہ وقوع کی تبدیلی کے ساتھ اس زاویہ اور اس کے متعلقہ زاویہ انعطاف کی جیبوں میں نسبت مستقل نہیں ہوگی۔

چنانچہ ہو بلکنز نے تجربہ کے ذریعہ بتایا کہ اگر کیلسائیٹ کی قلم کے اندر اس کے کسی ایک صدر مستوی میں کسی نقطہ N سے (شکل ۹۷) تمام سمتوں میں معمولی شعاعیں کھینچی جائیں تو ان سب شعاعوں کے سرے ایک دائرہ کے محیط پر ہونگے یعنی ناصیہ موج دائرہ ہوگا اور اگر اُسی نقطہ سے اسی سمتی کے انذر تمام سمتوں میں غیر معمولی شعاعیں کھینچی جائیں تو ان کے سرے ایک قطع ناقص کے محیط پر ہونگے۔ ناقص کا محور اقل دائرہ کے قطر کے ساتھ قلم کے مناظری محور کی سمت میں منطبق ہوگا اس لیے کہ اس سمت میں غیر معمولی شعاع کی رفتار اقل اور معمولی شعاع کی رفتار کے مساوی ہوتی ہے اور اس کے علی القوائم یعنی ناقص کے محور اعظم کی سمت میں غیر معمولی شعاع کی رفتار اعظم ہوتی ہے۔ ناقص کا نیم قطر سمتی اس سمت میں غیر معمولی شعاع کی رفتار کے متناسب ہوتا ہے۔ پس اس قلم کے صدر مستوی کے انذر غیر معمولی ناصیہ موج قطع ناقص ہوتا ہے جو معمولی ناصیہ موج کے دائرہ کو مناظری محور باب کی سمت میں چھوتا ہے اور جس کا نصف محور اقل دائرہ کا نصف قطر ہوتا ہے۔ ناقص کے نصف محور اعظم اور نصف محور اقل میں نسبت قلم کے غیر معمولی انعطاف نما اور معمولی انعطاف نما کی نسبت کے مساوی ہوتی ہے

یعنی $\frac{a}{b} = \frac{m}{m'} -$ جس میں m مرغ بھی مستقل ہے اور

سوڈیم کے نور کے لیے اُس کی قیمت ۱۵۸۲ ہے۔
مناظری محور باب میں سے گزرنے والے تمام متویوں کے لیے

شکل ۹۴ معمولی اور غیر معمولی ناصبیہ موج کی تعبیر کرتی ہے۔ شکل مذکور کو اگر



شکل ۹۴

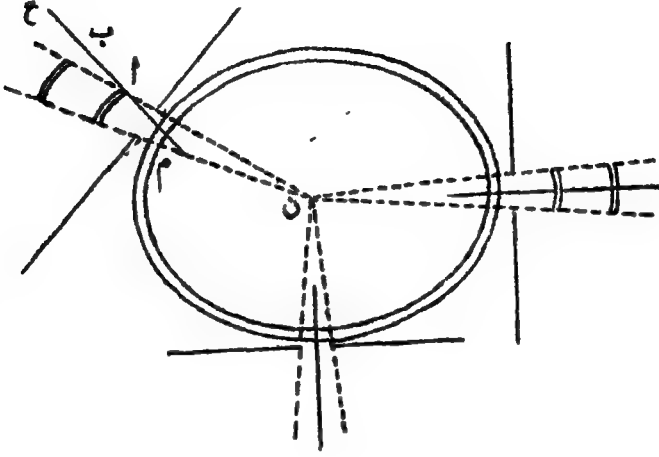
محور ب ب کے گرد گھمایا جائے تو ناقص اور دائرہ علی الترتیب چپٹا کرہ بنا (Oblate spheroid) اور کرہ تکوین کریں گے۔

پس آئیں لینڈ اسپار (کیلسائیٹ) کی قلم کے اندر اگر کسی نقطہ سے بلا روک نور کی اشاعت ہوتی ہے تو اس کا ناصبیہ موج دوسرا ہوتا ہے ایک کروی اور دوسرا چپٹا کرہ نمائی جو کروی ناصبیہ موج کو اپنے محور اقل کے سرول پر مس کرتا ہے اور یہ محور قلم کا منافی محور ہوتا ہے۔

غیر معمولی خیال سے متعلق موج کی رفتار

۱ اور شعاع کی رفتار میں امتیاز۔ شکل ۹۵ میں نقطہ ن سے پھیلنے والا ایک کرہ ننا ناصبیہ موج بتایا گیا ہے۔ بیرونی قطع ناقص اندرونی قطع کی دوسری وضع ہے جو تھوڑے سے وقفہ کے بعد صورت پذیر ہوتی ہے۔ واضح ہے کہ شکل ایک کرہ ننا خول کو تعبیر کرتی ہے جو نور کی اشاعت کے ساتھ موٹا ہوتا جاتا ہے نیما میں جو

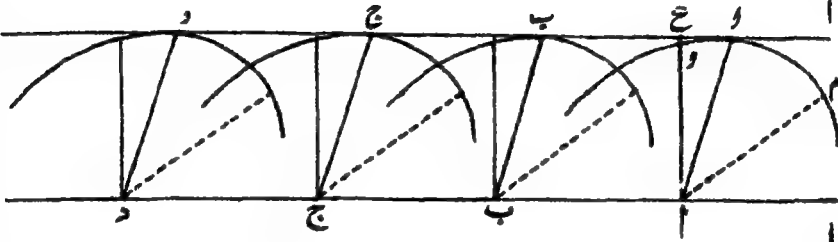
نقطہ ن سے نکل کر ناصیئہ موج کے ساتھ آگے کو بڑھتی ہیں عموماً ناصیئہ موج کے



شکل ۹۵

علی القوائم نکلیں ہوتی ہیں۔ صرف محور اعظم اور محور اقل کے سروں پر جسم شکل کے نیم قطر سمتی سطح کے علی القوائم ہوتے ہیں۔ چنانچہ نقطہ م پر جو محوروں سے ہٹ کر واقع ہے اگر ایک سوراخ دار پردہ (جس کا ستوی ناصیئہ موج کی سطح کو مس کرتا ہے) رکھ دیا جائے تو سوراخ کے اندر سے نور کے ناصیئہ موج کا صرف ایک ٹکڑا آگے کو گزرے گا۔ ۱ اور ب اس کی دو وضعیں ہیں جو وہ یکے بعد دیگرے اختیار کرتا ہے۔ م ع سطح پر کے عمود کی سمت ہے جس سے ظاہر ہے کہ ناصیئہ موج اس عمود کی سمت میں نہیں بلکہ اس سے ہٹ کر گزرتا ہے یعنی نور کی توانائی جو شعاع کی سمت میں آگے کو بڑھتی ہے علی القوائم ناصیئہ موج کے علی القوائم سمت سے منطبق نہیں ہوتی۔ اس امر کو زیادہ وضاحت کے ساتھ سمجھنے کے لیے فرض کرو کہ کیلسائیٹ کی قلم میں ایک ستوی ناصیئہ موج پر چند نقطے 'ا' 'ب' 'ج' 'د' وغیرہ واقع ہیں۔ ہویگنز کے اصول کے بموجب یہ نقطے گروہ نما موجوں کے ثانوی مبداء

ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل ۹۶۔ جس میں سہولت کی خاطر فرض کیا گیا ہے کہ مناظری محور کا غز کے مستوی میں واقع ہے اور 'ا' 'ب' 'ج' 'د' وغیرہ سے جو نقطہ دار خط 'م' وغیرہ کھینچے گئے ہیں ثنائی ناصیہ موج کے متعلقہ محور اعظم کو تعبیر کرتے ہیں۔ مناظری محور ان نقطہ دار خطوط کے علی القوائم ہیں۔ ثنائی موجوں کا لٹاف (envelope) مستوی ناصیہ موج کی دوسری وضع کو



شکل ۹۶

تعبیر کرتا ہے جو شکل میں خط مستقیم 'ا' 'ب' 'ج' 'د' کے ذریعہ انہار کی گئی ہے۔ 'ا' 'ب' 'ج' 'د' 'ا' 'ب' 'ج' 'د' وغیرہ پہلے ناصیہ موج سے دوسرے ناصیہ موج کو جانے والی شعاعیں ہیں۔ یہ شعاعیں درحقیقت دو متصل ناصیہ موج کے درمیانی اقل مناظری راستے ہیں۔ اگرچہ پیمائش سے یہ ظاہر ان ناصیوں کا عمودی فاصلہ 'ا' و 'ع' سب سے پھوٹا معلوم ہوتا ہے لیکن یہ یاد رکھنا چاہیے کہ مناظری اعتبار سے 'ا' و 'ا' اور 'ا' و 'ا' مساوی ہیں اس لیے کہ ایک ہی نقطہ 'ا' سے نکلے ہوئے نیم قطری سمتیاں ہونے کی وجہ سے نور ان فاصلوں کو ایک ہی وقت میں طے کرتا ہے پس واضح ہے کہ عمودی فاصلہ 'ا' و 'ع' جو 'ا' و 'ا' سے زائد ہے 'ا' سے بھی مناظر زائد ہے۔ ناصیہ موج کے آگے بڑھنے کی رفتار ہی کو دراصل موج کی رفتار تصور کرنا چاہیے۔ چونکہ ناصیہ موج عمود کی سمت میں آگے کو بڑھتا ہے اس لیے موج کی رفتار کو شعاع کی رفتار کے ساتھ ہی

نسبت ہے جو شکل ۹۶ میں خط ۲ ع کو ۱۱ کے ساتھ ہے۔
 اگر مناظری محور کا غز کے مستوی میں نہ ہو تو شعاعوں ۱۱ 'ب' ب' ج' ج' د' د' والا مستوی ناصیہ موج کے علی القوائم نہ ہوگا۔ یعنی شعاعوں کے سرے ۱۱ 'ب'، وغیرہ نہ صرف عمود کے سروں ع، وغیرہ کے ایک بازو واقع ہونگے بلکہ عام صورت میں ان کے سامنے یا پیچھے بھی ہٹ جائینگے۔
 کیلسا ٹیٹ کی قلم کی سطح پر سے فور کے مستوی ناصیہ موج کا انعطاف۔ ہوینگنز کے اصول کی مدد سے جس طرح واحد انعطاف والے واسطوں میں منعطف ناصیہ موج کی تعیین کی جاتی ہے اسی کے مائل دُبیئے انعطاف والی کیلسا ٹیٹ کی قلم کے اندر جو معمولی اور غیر معمولی انعطافوں سے متعلق دو ناصیہ موج پیدا ہوتے ہیں ان کی بھی تعیین ہو سکتی ہے، قلم کی سطح جس پر ناصیہ موج واقع ہوتا ہے، بلحاظ مناظری محور کسی بھی وضع میں ہو۔ ذیل میں ہم اس کی چند خاص خاص شالیں حل کر کے بتائینگے جن سے اس اصول کا اطلاق نمایاں طریقہ پر واضح ہوگا اور کیلسا ٹیٹ کے ہر دو انعطاف بناؤں کی قیمتیں معلوم کرنے کے تجربی طریقے بھی بتائی جائیں گے۔

(۱) پہلے ہم فرض کر سکیں گے کہ قلم کا مناظری محور واقع ناصیہ موج کے مستوی میں ہے اور قلم کی سطح اور واقع ناصیہ موج کے ساتھ کوئی بھی زاویہ بناتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل ۹۷ جس میں ن ص واقع ناصیہ موج ہے۔ ن ف قلم کی سطح اور مستوی وقوع کا خط تقاطع ہے اور ن میں سے گزرنے والا نقطہ دار خط قلم کے مناظری محور کو تعبیر کرتا ہے۔ ص ف واقع ناصیہ موج ن ص کے علی القوائم کھینچا گیا ہے۔ ن ص جیسے جیسے آگے کو بڑھیں گے اس کا ن کی طرف کا زیادہ زیادہ حصہ قلم کی سطح سے ٹکرائیگا۔ پس ہوینگنز کے اصول کے بموجب ن ف پر کے نقطے آگے بعد دیگرے ثانوی مبدا بننے جائیں گے اور ان سے قلم کے واسطہ میں گردی اور گزرائی ناصیہ آگے کو بڑھیں گے۔ جتنی دیر میں واقع ناصیہ موج ہوا میں ص سے ف تک

داائرہ نما کا حماسی خط ف غ نقطہ تہا س غ کو نقطہ ن سے ملانے والے نیم قطر سمتی ن غ کے ساتھ زاویہ قائمہ نہیں بناتا ہے۔ بلکہ ایک دوسرے خط غ غی زاویہ قائمہ بناتا ہے۔ نقطہ ن سے جو عمود خط ف غ پر گرایا جائیگا وہ اس سے کسی اور نقطہ پر ملیگا۔ فرض کرو کہ یہ نقطہ غ ہے جو شکل میں نہیں بتایا گیا ہے۔

چونکہ ن ص واقع ناصیہ موج ہے اس لیے زاویہ ف ن ص ہوا زاویہ وقوع ہے اور اُن م قلم میں معمولی زاویہ انعطاف ہے۔

$$\text{جب } \angle \text{ف ن ص} = \frac{\text{موج نور کی رفتار ہوا میں}}{\text{معمولی موج نور کی رفتار قلم میں}}$$

$$\text{جب } \angle \text{ا ن م} = \frac{\text{موج نور کی رفتار ہوا میں}}{\text{موج نور کی رفتار قلم میں}}$$

$$\text{جب } \angle \text{ف ن ص} = \frac{\text{موج نور کی رفتار ہوا میں}}{\text{موج نور کی رفتار قلم میں}}$$

$$\text{جب } \angle \text{ف ن غ} = \frac{\text{موج نور کی رفتار ہوا میں}}{\text{موج نور کی رفتار قلم میں}}$$

اسی طرح

واضح ہو کہ زاویہ ف ن غ غیر معمولی شعاع کے انعطاف کا زاویہ نہیں ہے

بلکہ غیر معمولی ناصیہ موج پر کے عمود کا انعطافی زاویہ ہے۔

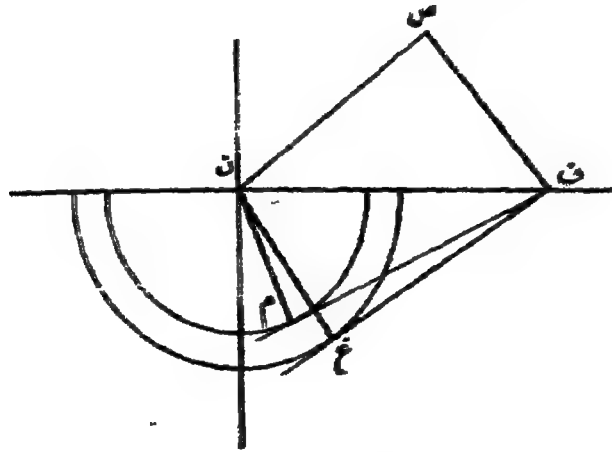
غیر معمولی شعاع کے انعطاف کا زاویہ ف ن غ ہے اور زاویہ وقوع کی جیب اور اس غیر معمولی شعاع کے زاویہ انعطاف کی جیب میں نسبت $\frac{\text{موج نور کی رفتار ہوا میں}}{\text{غیر معمولی شعاع کی رفتار قلم میں}}$ کے مساوی نہیں ہے۔

اگر وقوع کا مستوی قلم کا مصدر مستوی نہ ہو یعنی مناطری محور وقوع کے مستوی کے باہر ہو تو حماسی مستوی عام طور پر کڑھ نمائی ناصیہ موج کو وقوع کے مستوی میں مس نہیں کرتا ہے اس لیے غیر معمولی منعطف شعاع وقوع کے مستوی کے باہر ہوتی ہے۔

اگر واقع شعاع اور قلم کا مناطری محور دونوں قلم کی سطح کے علی التوائم ہوں تو چونکہ نور کی اشاعت مناطری محور کی سمت میں ہوگی جس میں معمولی اور غیر معمولی موجوں کی رفتار ایک ہی ہوتی ہے اس لیے دو خیال

نہیں پیدا ہونگے۔ قلم کا عمل نور پر ایسا ہی ہوگا جیسا کہ کسی سادہ شفاف مثلاً شیشہ کی تختی میں ہوتا ہے۔

(ب) اگر مناظری محور قلم کی سطح میں وقوع کے مستوی کے علی القوائم ہو تو چونکہ قلم کے اندر غیر معمولی ناصبیہ موج گردش کر رہی کر رہی ہے جس محور گردش قلم کا مناظری محور ہے اس لیے کرہ نما کی تراش وقوع کے مستوی میں دائرہ نما ہوگی۔ ملاحظہ ہو شکل ۹۸۔ پس معمولی منعطف شعاع کی طرح غیر معمولی منعطف شعاع بھی وقوع کے مستوی ہی میں ہوگی اور اپنے متعلقہ ناصبیہ موج کے علی القوائم ہوگی اور اس کا انعطاف نما مستقل اور صریح کے مساوی ہوگا۔

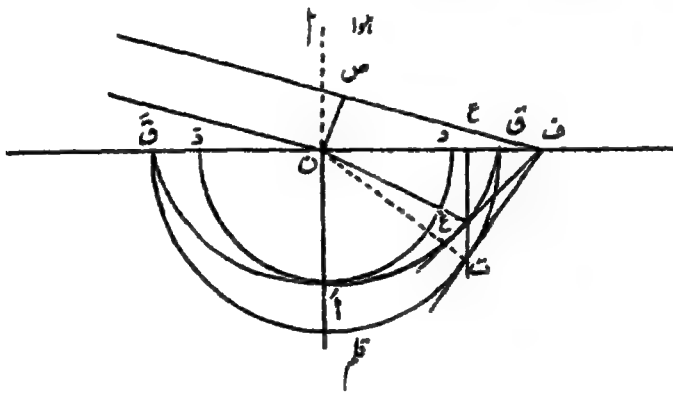


شکل ۹۸

اسی وجہ سے صریح قلم کا غیر معمولی انعطاف نما کہلاتا ہے اور ہم اور صریح قلم کے دو صدور انعطاف نما کہلاتے ہیں۔

(ج) اگر مناظری محور وقوع کے مستوی اور قلم کی سطح میں ہو تو اس صورت میں بھی غیر معمولی منعطف شعاع معمولی منعطف شعاع کی طرح وقوع کے مستوی میں ہوگی۔ ملاحظہ ہو شکل ۹۹۔ جس میں مناظری محور

(د) فرض کرو کہ مناظری محور قلم کی سطح کے علی القوائم ہے جیسا کہ شکل میں بتایا گیا ہے۔ [ن ص واقع مستوی ناصیہ موج ہے۔
ن قلم کی سطح ہے اور ا مناظری محور ہے] ہوا میں ص سے ف تک
موج کے اپنے تئیں تک قلم کے اندر ن سے کردی اور گزرتی ناصیہ موج
یہیلینکے جو شکل میں نصف دائرہ د ا د اور نصف ناقص ق ا ق کے
ذریعہ ظاہر کیے گئے ہیں۔ دائرہ کا نصف قطر ب اور ناقص کا محور ا ق
ب اور محور اعظم ا مانے جاسکتے ہیں۔ نقطہ ف سے دائرہ پر مماسی خط
ف غ کھینچا گیا ہے۔ اگر ن مرکز سے ا نصف قطر کا دائرہ ق ق کھینچا جائے
اور ف ت اس کا مماسی خط ہو تو از روئے خواص ناقص ت غ کو ملانے والا
خط ناقص کے محور پر عمود ہوگا۔ یعنی ت غ ع حظن ف پر عمود ہے۔



شکل ۱۰۰

پس اگر زادیہ اُن ت کو جنت ع کے مساوی ہے صدے تعبیر کریں تو

$$\frac{\text{مرف}}{\text{مزم}} = \frac{\text{ب}}{\text{ز}} = \frac{\text{ع غ}}{\text{ع ت}} = \frac{\frac{\text{ن ع}}{\text{ع ت}}}{\frac{\text{ن ع}}{\text{ع غ}}} = \frac{\text{مس ص}}{\text{مس ط ع}}$$

لیکن صد = > ن ف ت اس لیے جب صد = $\frac{ن ت}{ن ف}$ اور

ازروئے کلیہ انعطاف = $\frac{جب و}{مغ}$ جس میں و ہوا میں زاویہ وقوع

ہے۔

$$\frac{جب و}{مغ} = \frac{جب و}{مغ} = \frac{جب و}{مغ}$$

$$\therefore \text{مس طغ} = \frac{1}{ب} \text{ مس صد} = \frac{1}{ب} \frac{جب و}{مغ}$$

$$= \frac{1}{ب} \frac{جب و}{مغ}$$

$$\text{لیکن } \frac{1}{ب} = \frac{مس طغ}{1} \therefore \frac{1}{ب} \text{ مس صد} = \frac{مس طغ}{1} \frac{جب و}{مغ}$$

(صد) فرض کرو کہ واقع مستوی ناصیہ موج قلم کی سطح کے متوازی ہے

اور مناظری محور ن ل واقع مستوی میں قلم کی سطح کے ساتھ زاویہ طہ بناتا ہے۔

ملاحظہ ہو شکل ۱۔ معمولی منعطف شعاع سطح کے عمود ن ع سے منطبق ہے۔ غیر معمولی منعطف شعاع ن ت ہے جس میں ت گرہ منافی ناصیہ موج کے ساتھ سطح قلم کے متوازی خط مم ت ع کا نقطہ تماس ہے۔

ان معمولی اور غیر معمولی منعطف شعاعوں کا درمیانی زاویہ معلوم کرنے کے لیے جو اس خاص صورت میں غیر معمولی شعاع کا زاویہ انعطاف

بھی ہے مناظری محور ن ل کو ل تک آگے بڑھاؤ تاکہ وہ نقطہ تماس ت پر کے مماسی خط مم ت ع سے مل جائے۔ اسی طرح ن ل کے

بہ برآمد ہوتی ہے۔

$$\text{پس مس ط} = \frac{\text{ن م}}{\text{ن ل}} = \frac{\text{ا}}{\text{ب}} \times \frac{\text{ا}}{\text{ا}}$$

$$\text{اور مس ط} = \frac{\text{ا}}{\text{ب}} = \frac{\text{م م}}{\text{م م}}$$

$$\text{لیکن مس (ط - ف) = } \frac{\text{مس ط - مس ف}}{\text{ا + مس ط مس ف}}$$

$$= \frac{\text{م م} - \text{م م}}{\text{م م م ط + م م م ف}}$$

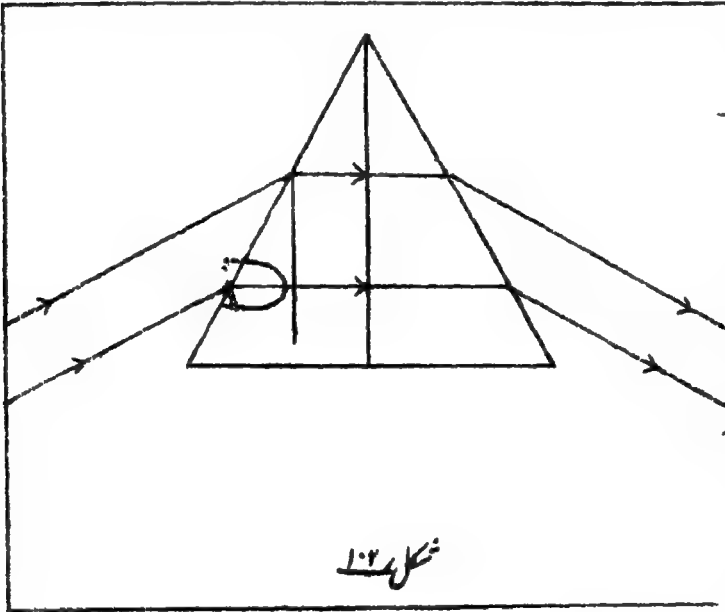
دُئیے انعطاف سے متعلق ہو بلانز کے ہندسی عمل

کی تجربی تصدیق۔ سب سے پہلے مالوس (Malus) نے اس ہندسی عمل کی تجربی تصدیق کی۔ اس کے بعد اسٹوکس (Stokes) اور گلایز بروک (Glazebrook) وغیرہ نے طیف پیماس استعمال کر کے زیادہ صحت کے ساتھ پیمائشیں کیں اور ہم اور صغ کی قیمتیں دریافت کیں۔

یہ ثابت کرنے کے لیے کہ معمولی شعاع کا انعطاف اس کے قلم میں سے گزرنے کی سمت کے غیر تابع ہے۔ کیلسائیٹ کی قلم کی مختلف سمتوں میں تراشے ہوئے ایک ہی زاویہ کے پتلے منشور ایک دوسرے پر رکھ کر باہم دیگر جوڑ دیے گئے، اس طرح ہر کہ مساوی زاویہ انعطاف کا ایک مرکب منشور تیار ہو گیا (جس کے انعطافی کنارہ کا طول ان تمام منشوروں کے انعطافی کناروں کا حاصل مجموعہ تھا)۔ اس کو طیف پیمائی میں بہرہ رکھ کر جھری کو ایک بونی فوس سے خود کر کے دُھ بین میں سے دیکھا تو معلوم ہوا کہ مرکب منشور کے اجزاء اگرچہ مختلف سمتوں میں غیر معمولی خیال

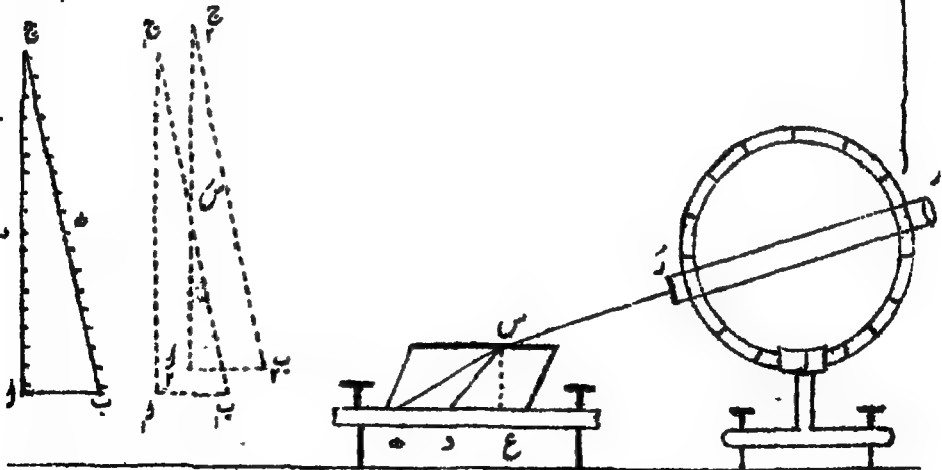
پیدا کرتے ہیں لیکن ان سبھوں سے صرف ایک ہی معمولی خیال حاصل ہوتا ہے۔

گلیمر ہوک نے کیڈسائیٹ کی قلم سے ایک ایسا منشور تراشا جس کا انعطافی کنارہ قلم کے مناظری محور کے متوازی تھا۔ اس منشور کو طیف پیمائی مینر پر اقل انحراف کی وضع میں رکھ کر معروف ضابطہ سے ہم اور ہر کسی کی تعیین کی گئی۔ ملاحظہ ہو شکل ۹۸ جو صورت (ب) سے متعلق ہے۔



قلم سے اگر ایسا منشور تراشا جائے جس میں مناظری محور منشور کے انعطافی زاویہ کی تنصیف کرتا ہو تو شکل ۹۸ کے معائنہ سے واضح ہوگا کہ شعاعیں جب اقل انحراف کی حالت میں منشور میں سے گزریں گی۔ مناظری محور کے علی القوائم ہوں گی اور اس لیے معمولی نور کی طرح منعطف ہوں گی۔ پس ایسے منشور کو طیف پیمائی مینر پر رکھ کر یکے بعد دیگرے معمولی اور غیر معمولی شعاعوں کے اقل انحراف کی وضع ترتیب دی جائے تو معروف ضابطہ سے ہم اور ہر کسی کی تعیین دریافت ہو جاسکتی ہیں۔

مالوس نے لیف ہیا کی ایجاد سے پہلے صورت (ج) کے مظہر حالات کے تحت جو کیفیت پیدا ہوتی ہے (ملاحظہ ہو شکل ۱۹۹) اس کے نتائج کی تصدیق کی۔ مالوس کے تجربہ کا خاکہ شکل ۲۰۰ میں بتایا گیا ہے اور ب ج دو درجہ دار پیمانے ہیں جو ایک جملی فولادی تختی پر کندہ کیے گئے ہیں اور ایک دوسرے سے بہت چھوٹے زاویہ پر مائل ہیں۔ کیلسائیٹ کی ایک موٹی قلم جس کی سطحیں مناظری محور کے متوازی تراشی گئی ہیں اس پیمانے دار تختی پر ایسی وضع میں رکھ دی جاتی ہے کہ قلم کی صدر تراش پیمانہ ڈیج کے علی التوائم ہے۔ پیمانوں کی تختی اور قلم ایک متوازی الافاق دائرہ پر رکھے جاتے ہیں جس کی پیچیدار نیکنوں کو حسب ضرورت ادھنچانچا کرنے سے قلم کی بالائی سطح صحت کے ساتھ افقی بنائی جاسکتی ہے۔ قلم کی بالائی سطح کو اب اگر دور بین لہر میں سے دیکھا جائے تو ج اور اب ج پیمائوں کے دو دو خیال دکھائی دینگے۔ ان کو شکل میں لہر ج، لہر ج اور ب ج، ب ج سے تعبیر کیا گیا ہے۔ عموماً ب ج کا کوئی ایک نشان لہر ج کے کسی ایک نشان سے منطبق پایا جائیگا۔ فرض کرو کہ



شکل ۲۰۰

یہ نشان سس ہے۔ واضح ہے کہ سس پیمانہ لوح کے کسی نشان د کا خیال ہے اور ساتھ ہی پیمانہ سج کے کسی نشان ہ کا بھی۔ یہ نقطہ جب دور بین میں سے دکھائی دیکھا تو دور بین کا محور قلم کی سطح کو کسی نقطہ سس میں قطع کرے گا۔ نشان ہ اور د جو باہم دیگر منطبق نظر آتے ہیں پیمانوں پر پڑھ لیے جاتے ہیں اور فاصلہ د پیمائش کے ذریعہ دریافت کر لیا جاتا ہے۔ اگر قلم کی موٹائی سس کوٹ سے تعبیر کیا جائے تو

$$د = دھ - دح = ٹ (مس طغ - مس طم)$$

لیکن مس طم معلوم ہے اس لیے کہ زاویہ وقوع انصافی خط اور دور بین کے محور رس کا زاویہ میلان ہے۔ اور جب و = ہم جب طہ جس میں و زاویہ وقوع ہے۔ پس طم کی قیمت معلوم ہو جاتی ہے اور مندرجہ بالا ضابطہ سے طغ کی قیمت بھی دریافت ہو جاتی ہے۔ حالوں کے تجربہ سے معلوم ہوا کہ اس طرح طغ کی جو قیمت برآمد ہوئی ہو گی لنز کے ہندسی عمل والے ضابطہ

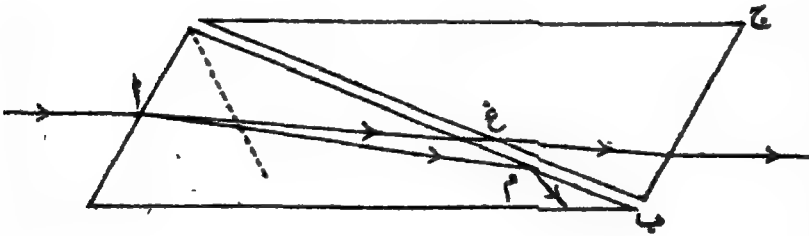
$$مس طغ = \frac{مس طغ}{مس طم}$$

سے حاصل کی ہوئی قیمت کے مساوی ہے۔ جس سے ظاہر ہے کہ غیر معمولی نور کے ناصیہ موج کی وہ تراش جو مناظری محور میں سے گزرتی ہے قطع ہوتی ہے اور چونکہ ناصیہ موج ایک گردشی سطح ہے اس لیے وہ ایک کرہ نما ہے جس کے نصف محور اعظم و اقل ۱ اور ب ہیں۔

ہالوں نے صورت (د) کے منظرہ حالات کے تحت بھی جو کیفیت پیدا ہوتی ہے (ماخذ ہو شکل منظر) اس کے نتائج کی تصدیق کی پس ہو گی لنز کے قیاس یعنی غیر معمولی ناصیہ موج کے گردشی کرہ نما ہونے کے متعلق مزید ثبوت ہم پہنچتا ہے۔

مسئوٰی مقطب نور کی پیدائش اور اس کے

امتحان کے ذرائع۔ جیسا کہ قبل ازیں بتایا گیا ہے انعطاف اور انعکاس دونوں طریقوں سے مستوی مقطب نور پیدا ہو سکتا ہے اور ان طریقوں سے اس کا امتحان بھی ممکن ہے۔ پہلے ہم انعطاف والے آلات کا ذکر کریں گے اس لیے کہ ان کے ذریعہ تقطیب آسانی کے ساتھ عمل میں آتی ہے اور اس کا امتحان بھی سہولت اور یاریکی کے ساتھ ہو سکتا ہے۔ ان آلات میں سب سے زیادہ مفید اور مشہور نیکول کا ایجا و کردہ منشور ہے جو نیکول کا منشور کہلاتا ہے جس کی شکل مندرجہ میں توضیح کی گئی ہے۔ یہ دراصل اس لینڈ اسپار یا کیلسائیٹ کی طبعی قلم ہے جس کے دو متقابل سروں پر کی سطحوں یا پہلوؤں کے کنارے باہم دیگر مساوی اور قلم کے بقیہ کناروں کے ایک تہائی ہوتے ہیں۔ اس کے بعد قلم کو اس کے ایک کند (یا منفرجہ) کوٹنے سے دوسرے کند کوٹنے تک سروں کے پہلوؤں کے لمبے وتر کے متوازی مستوی میں تراش لیا جاتا ہے۔ اور اس طرح تراشے ہوئے پہلوؤں کو جھٹکا کر کے کینڈا بلسان کی پتلی جھلی کے ذریعہ باہم دیگر جوڑ دیا جاتا ہے۔ شکل میں نقطہ دار خط مناطری محور کو تعبیر کرتا ہے جب شعاع شکل کے مستوی میں



شکل ۱۰۳

نقطہ ۱ پر واقع ہوتی ہے تو چونکہ اس قلم میں معمولی شعاع کا اوسط انعطاف نما ۱۱۶۶ اور غیر معمولی شعاع کا اس سے کم (۱۱۶۹) ہوتا ہے اول الذکر ۱۱۶۶ بہ نسبت دوسری یعنی ۱۱۶۹ کے زیادہ منعطف ہوتی ہے۔ کینڈا بلسان کا اوسط

انعطاف نما ۵۴° ہونے کی وجہ سے غیر معمولی شعاع تو بلسان میں سے گزر کر منشور کے پہلو ب ج کے باہر نکل آتی ہے۔ لیکن معمولی شعاع ام بلسان پر عموماً ایسے زاویہ پر (۶۹° یا اس سے زائد) واقع ہوتی ہے کہ انعکاس کلی عمل میں آتا ہے اور وہ منشور کے ایک لمبے پہلو سے ٹکرا جاتی ہے جس کو عمداً سیاہ رنگ دیا جاتا ہے تاکہ یہ منعکس معمولی شعاع جذب ہو جائے۔ پس اس طرح صرف غیر معمولی شعاع ہی قلم کے شفاف پہلو سے برآمد ہوتی ہے۔ اور اس لیے قلم کے صدر مستوی کے علی اقنوائم مقطب ہوتی ہے۔

نیکول کے منشور میں علی العموم مستقر پنسلیں ہی استعمال ہوتی ہیں۔ صرف غیر معمولی شعاع کے باہر آنے کے لیے ضروری ہے کہ واقع پنسل کی انتہائی شعاعوں کا درمیانی زاویہ ہوا میں ۲۴° سے زیادہ نہ ہونا چاہیے۔

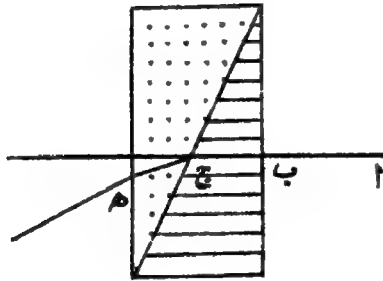
فوکو (Foucault) کا منشور۔ نیکول کے منشور

میں تراشے ہوئے دو اجزاء کو کنید البلسان سے جوڑتے ہیں اور فوکو کے منشور میں محض ہوا کی جھلی سے کام لیا جاتا ہے۔ واضح ہے کہ حامل واسطہ کا انعطاف نما جس قدر چھوٹا ہوگا زاویہ فاصل بھی اس کی مناسبت سے چھوٹا ہوگا اور اس لیے کسی دی ہوئی چوڑائی کے ساتھ قلم کا طول بھی کمتر ہوگا۔

ہوا کی حامل جھلی کے لیے معمولی اور غیر معمولی شعاعوں کے فاصل زاویہ علی الترتیب ۳۴° اور ۲۲° ہیں۔ پس اگر اس جھلی پر شعاع ام کا زاویہ وقوع ان زاویوں کے مابین ہوگا تو معمولی شعاع کلی منعکس ہو جائیگی اور غیر معمولی شعاع منشور میں سے باہر نکل آئیگی۔ لیکن اس منشور میں ایک بڑا عیب یہ ہے کہ ہوا کا انعطاف نما بہت ہی قلیل ہونے کی وجہ سے جھلی پر سے غیر معمولی شعاع کا فوراً ہی بہت منعکس ہو جاتا ہے اور اس لیے تصویر میں بڑا نقصان واقع ہوتا ہے۔

روشن (Rochon) کا منشور۔ کیلسائیٹ (یا البور)

کے دو مساوی زاویے والے منشور اس طرح تراشے جاتے ہیں کہ ایک کا انعطافی کنارہ قلم کے مناظری محور کے متوازی ہوتا ہے اور دوسرے کا اس کے علی التواضع۔ اس کے بعد ان سطحوں کو مجتے کر کے ان کے انعطافی کناروں کو بالمقابل رکھ کر باہم دیگر ملا دیا جاتا ہے اس طرح پرک دو نوں کے ملاپ سے ایک قائم متوازی السطوح تیار ہو جاتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل ۱۰۵۔



شکل ۱۰۵

جس میں اس مرکب منشور کی عمودی تراش بتائی گئی ہے۔ جزو منشور ب ج میں مناظری محور کی سمت ب ج یعنی واقع شعاع کے متوازی ہے اور جزو ج ہ میں تراش کے علی التواضع۔ شعاع ا ب جب پہلے جزو کی سطح پر عمود وار واقع ہوتی ہے تو معمولی اور غیر معمولی دونوں شعاعیں بلا تقسیم جوڑ ج تک چلی جاتی ہیں۔ ج پر پہنچ کر معمولی اور غیر معمولی شعاعوں میں پھوٹ واقع ہوتی ہے۔ معمولی شعاع ب ج کی سمت میں بلا انحراف چلی جاتی ہے اور بالآخر مرکب منشور کے مقابل والے کنارے پر سے سیدھی خارج ہوتی ہے۔ لیکن غیر معمولی شعاع جزو منشور ج ہ کے انعطافی کنارے کی طرف منحرف ہوتی ہے اگر منشور کیلکسائیٹ کی قلم کے ہوں اور نہ اس کے قاعدہ کی طرف منحرف ہوتی ہے اگر منشور بلور کے ہوں۔

اگر جزو منشور کا انعطافی زاویہ α ہو اور β غیر معمولی شعاع کا زاویہ انحراف تو جوڑ کے پاس چونکہ زاویہ وقوع بھی (ازدوے خواص مثلث قائمہ) α ہے

اس لیے

جب (۱ + ح) = $\frac{\text{لغ}}{\text{ر م}} = \frac{\text{ا}}{\text{ب}}$ (جس میں ۱ اور ب کرہ نما کے نصف مجزئہ عظم
ح عموماً چھوٹا ہوتا ہے اس لیے تقریباً)

$$۱ + ح م م ا = \frac{\text{ا}}{\text{ب}}$$

پس ح = $\frac{\text{ا} - \text{ب}}{\text{ب}}$ مس ا

اگر مرکب منشور کی متقابل سطح پر سے غیر معمولی شعاع کے اخراج کا زاویہ طہ ہو تو

$$\text{جب ح} = \frac{\text{لغ}}{\text{طہ}} = \text{ا} = \text{لغ}$$

اگر ہوا میں رفتار نور اکائی مانی جائے۔ لہذا ح = ا جب طہ اور
سابقہ مساوات کی رُو سے

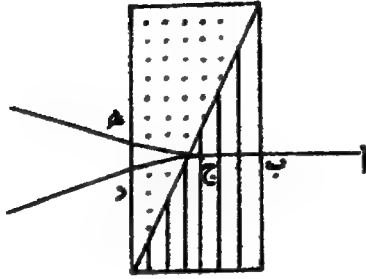
$$\text{جب طہ} = \left(\frac{\text{ا}}{\text{ب}} - \frac{\text{ا}}{\text{ر}} \right) \text{مس ا} = (\text{م م} - \text{م م}) \text{مس ا}$$

چونکہ معمولی شعاع بالکسی انحراف کے خارج ہوتی ہے اس لیے زاویہ طہ معمولی اور
غیر معمولی شعاعوں کے انحراف کو تعبیر کرتا ہے۔

ولیسٹن (Wollaston) کا منشور۔ اس مرکب منشور

میں جزو منشور ب ج کا مناظری محور وقوع کے مستوی میں لیکن واقع شعاع کے
علی القوائم ہے (ملاحظہ ہو شکل منہ)۔ (اور دوسرے جزو میں انعطافی کنارہ
کے متوازی۔ اس کے اجزاء بھی روشوں کے مرکب منشور کی طرح جوڑ دیے جاتے
ہیں۔ شعاع ا ب جب مرکب منشور کے ایک پہلو پر عمود وار واقع ہوتی ہے
تو معمولی اور غیر معمولی دونوں شعاعیں بلا انحراف جزو منشور ب ج میں سے
گزرتی ہیں لیکن معمولی شعاع کی رفتار ر م ہوتی ہے اور غیر معمولی کی لغ۔

جوڑ ج کے پاس پہنچ کر معمولی شعاع غیر معمولی میں تبدیل ہو جاتی ہے اور سمت ج د میں منحرف ہوتی ہے اس لیے کہ دونوں جزو منشور کے صدر مستوی باہم دیگر علی القوائم ہیں۔



شکل ۱۰۶

پس روشنون کے منشور کی طرح معمولی شعاع کے اخراج کا زاویہ ط مساوات

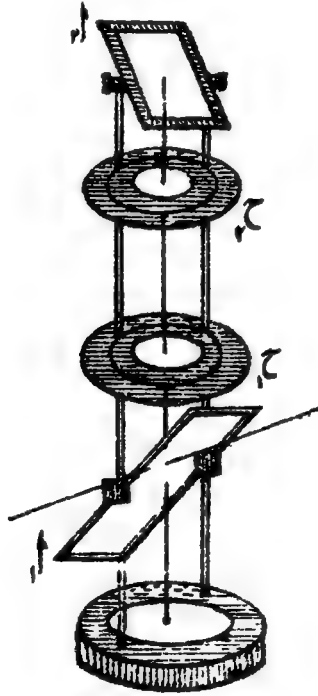
$$\text{جب ط} = (\text{صم} - \text{صغ}) \text{ مس ا}$$

سے مستنبط ہوتا ہے۔

جو شعاع پہلے جزو منشور ب ج میں بحیثیت غیر معمولی شعاع گزری تھی جوڑ ج کے پاس پہنچ کر معمولی شعاع ج ھ میں تبدیل ہو جاتی ہے۔ پس مثل سابق مقابل کے پہلو سے اس شعاع کا زاویہ اخراج بھی وہی زاویہ ط ہوتا ہے۔ اس لیے معمولی اور غیر معمولی شعاعیں یعنی جب مرکب منشور سے بالآخر خارج ہوتی ہیں تو اس کے پہلو پر کے عمود کے دونوں جانب مساوی زاویوں میں منحرف ہو جاتی ہیں۔ بدین وجہ ویسٹن کے منشور میں خارج معمولی و غیر معمولی شعاعوں کا انفرق مساوی روشنون کے منشور کے انفرق کا دوچند ہوتا ہے۔ لیکن مختلف طول موج کی شعاعوں کا انحراف مختلف ہونے کی وجہ سے معمولی اور غیر معمولی دونوں خیال رنگین ہوتے ہیں۔ روشنون کے منشور میں صرف غیر معمولی خیال رنگین ہوتا ہے۔

نورس مابرگ (Norremberg) کا انعکاسی تقطیب نما۔

اس آلہ میں نور کی تقطیب بذریعہ انعکاس عمل میں آتی ہے اور وہ پہلی قلمی تختیوں کے رنگوں اور دائری و ناقصی تقطیب کے معائنہ کے لیے بہت سودمند ثابت ہوا ہے۔ یہ آلہ آسانی کے ساتھ خود عمل ہی میں تیار کر لیا جاتا ہے اس کے لیے صرف دو صاف و شفاف شیشہ کی تختیوں کی ضرورت ہے۔ ایک تختی A مقطب آئینہ کا کام دیتی ہے جو دو قبضوں یا چٹولوں کے ذریعہ دو انتصابی سہاروں کے مابین ان کے ساتھ کسی بھی زاویہ پر مائل رکھی جاسکتی ہے۔ ملاحظہ ہو شکل A ۔ سہارے ایک مناسب لکڑی کے قاعدہ یا ٹیکن پر نصب کیے ہوتے ہیں۔ آئینہ A کے علاوہ سہارے دو دائری حلقوں C اور H کو بھی سنبھالے رکھتے ہیں۔ H حلقہ کے اندر



شکل A

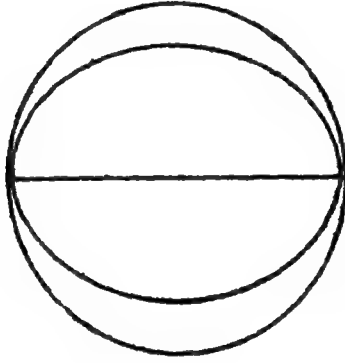
شیشہ کی ایک مدور تختی ہوتی ہے جس پر رکھ کر قلمی تختیوں کا امتحان کیا جاسکتا ہے۔ اور H حلقہ میں ایک دوسرا ہم مرکز حلقہ ہوتا ہے جس پر دو چوڑے

انتصابی چول دار سہاروں کے ذریعہ آئینہ μ استادہ کیا جاتا ہے۔ آخر الذکر حلقہ کو ان سہاروں کی مدد سے انتصابی محور کے گرد حسب ضرورت گھما کر جس وضع میں چاہیں رکھ سکتے ہیں۔ چونکہ اس کے گرد کا حلقہ μ درجہ دار ہوتا ہے اس لیے معلوم کر لیا جاسکتا ہے کہ اندر والا حلقہ کس زاویہ میں گھمایا گیا۔ چول دار سہاروں کی مدد سے آئینہ μ بھی حسب ضرورت انتصابی سمت کے مائل رکھا جاسکتا ہے اور مشعر (analysier) کا کام دیتا ہے۔ اس کی سطح پر سیاہ وارنش کا استر چڑھا ہوتا ہے۔ آلہ کے قاعدہ پر انتصابی سہاروں کے بیچ میں ایک چھوٹا مدور آئینہ رکھا ہوا ہوتا ہے جو نصف ضعی شیشہ کی تختی سے بنایا جاتا ہے۔

چونکہ انعکاسی تقلیب کے لیے شیشہ کی سطح پر سے نور کا زاویہ وقوع تقریباً ۵۰ ہوتا ہے اس لیے شیشہ μ کا میلان انتصابی خط کے ساتھ ۳۳ ہونا چاہیے تاکہ انتصابی خط کے ساتھ ۶۶ پر مائل واقع شعاعوں کی پینل قاعدہ پر کے آئینہ پر انتصاباً عکس ہو کر اسی راستہ واپس جاسے۔ تختی μ چونکہ شفاف شیشہ کی ہوتی ہے پینل اس میں سے گزر کر حلقہ μ کی شیشہ کی تختی میں سے اوپر کر جاتی ہے اور بالآخر سیاہ آئینہ μ پر سے منعکس ہو جاتی ہے۔ μ بھی انتصابی خط کے ساتھ ۳۳ زاویہ پر مائل ہوتا ہے۔ پس آئینہ پر نگاہ اگر اسی وضع میں ڈالی جائے کہ انتصابی خط کے ساتھ ۶۶ زاویہ بنائے تو نور کا جو ابتداء اسے مقطب ہو کر آیا امتحان ہو سکیگا۔ واضح ہے کہ μ جب μ کے متوازی یا اس وضع سے ۸۰ میں گھما کر رکھا جاتا ہے تو تنویر اعظم ہوتی ہے اور جب ۹۰ یا ۲۷۰ میں گھمایا جاتا ہے تو تنویر تقریباً صفر ہوتی ہے۔

تختی μ سے منعکس ہو کر مقطب نور زیر امتحان شے میں سے ایک مرتبہ گزرتا ہے اگر طے حلقہ کے شیشہ پر رکھی جاتی ہے اور دو مرتبہ اگر قاعدہ پر کے آئینہ پر۔ ثانی الذکر صورت میں دی ہوئی شے کی موٹائی گویا دو چند ہو جاتی ہے۔ بدین وجہ اس آلہ کو بعض اوقات فورس ماہرگ کا مضاعف یعنی ڈبلر (doubler) بھی کہتے ہیں۔

کیلسائیٹ کے علاوہ متعدد دیگر محوری قلم پائے جاتے ہیں۔ کیلسائیٹ میں ہم نے دیکھا ہے کہ ہم اپنے معمولی انعطاف نما موج (غیر معمولی انعطاف نما) سے بڑا ہے۔ اس لیے اس میں کردی ناصیہ موج چپے کرہ نمائی ناصیہ موج کے اندر واقع ہوتا ہے اور ان کا صرف ایک مشترک قطر ہوتا ہے۔ اس قسم کی قلبیں منفی کہلاتی ہیں۔ جن قلموں کا معمولی انعطاف نما ہم ان کے غیر معمولی انعطاف نما موج سے چھٹا ہوتا ہے ان کو مثبت کہتے ہیں۔ بلور یا شفاف گار پتھر ان کی مشہور مثال ہے۔ اسی قلموں میں کرہ نمائی ناصیہ موج لمبوتر اور کردی ناصیہ موج کے اندر ہوتا ہے۔ ملاحظہ ہو شکل نمٹا۔



شکل نمٹا

جلد مناظری یک محوری قلموں میں معمولی شعاع صدرستی میں مقطب ہوتی ہے اور اگرچہ ہم اور موج کی قیمتیں طول موج کے ساتھ خفیف سے تبدیل ہوتی ہیں لیکن مناظری محور کی سمت طول موج کے غیر تابع ہوتی ہے۔

دو نیلے انعطاف کی عام صورت - فرینیل کا نظریہ

اب ہم دو محوری قلموں کے دو نیلے انعطاف سے متعلق فرینیل کے نظریہ کا خاکہ بیان کریں گے۔ یہ نظریہ باوجود اس کے تین اصولی تقاضوں کے دوسرے اور نظریوں سے بہت بہتر مانا جاتا ہے اس لیے کہ اس کے نتائج تجربی واقعات کے ساتھ

بہتر منطبق ہوتے ہیں۔ اساسی نقائص کی وجہ سے مناسب نہیں سمجھا جاتا ہے کہ اس پر تفصیل سے بحث کی جائے اور جلد ضابطے فرینیل کی طرح ریاضی ہی کے طریقوں سے اخذ کیے جائیں۔ ہماری یہ کوشش ہوگی کہ تجربی واقعات کو پیش نظر رکھ کر سر آر تھر شو سٹو (Sir Arthur Schuster) اور آر ڈبلیو ووڈ (R. W. Wood) کے طریقے استعمال کریں اور قلمی مناظر کی ریاضی کو حتی الامکان آسان کریں۔ نور کی موجیں چونکہ عرضی ارتعاش سے پیدا ہوتی ہیں متساوی السموت

(isotropie) واسطوں میں ان کی اشاعت کا ضابطہ $\frac{1}{r}$ کے تناسب ہوتا ہے

جس میں $\frac{1}{r}$ واسطہ کی پچک اور θ اس کی کثافت ہے۔ دو ٹیلے انعطاف والے واسطے غیر متساوی السموت ہوتے ہیں اس لیے ان کے متعلق فرض کیا جاتا ہے کہ ان کی پچک $\frac{1}{r}$ نقل مکان کی سمت کے لحاظ سے بدلتی ہے۔ ہر ممکن سمتوں میں دو ایسی سمتیں ہوتی ہیں کہ جب ارتعاش (یعنی نقل مکان) ان سمتوں میں واقع ہوتا ہے تو $\frac{1}{r}$ کی قیمت اعظم یا اقل ہوتی ہے۔ اگر ان قیمتوں کو $\frac{1}{r_1}$ اور $\frac{1}{r_2}$ سے تعبیر کیا جائے تو ان کے مختلفہ نور کی رفتار علی الترتیب

$\frac{1}{r_1}$ اور $\frac{1}{r_2}$ کے تناسب ہوگی۔ اگر ان سمتوں کے علاوہ کسی دوسری

سمت میں ارتعاش یا نقل مکان ہو تو نور کی موج کسی درمیانی رفتار کے ساتھ شایع نہیں ہوتی ہے بلکہ نور دو موجوں میں تقسیم ہو کر شایع ہوتا ہے جن کی

رفتاریں $\frac{1}{r_1}$ اور $\frac{1}{r_2}$ کے تناسب ہوتی ہیں اور ارتعاش کی

سمتیں باہمیگر علی القوائم ہوتی ہیں۔ جب واسطہ میں سے نور کی موجوں کے سلسلے گزرتے ہیں تو ان کے راستہ کے ذرات اس دو ٹیلے انعطاف کے زیر اثر فی الواقع خطوط مستقیم میں ارتعاش نہیں کرینگے اس لیے کہ ان کی حرکت ان علی القوائم ارتعاشوں کا حامل ہوگی جو کہ مختلف رفتاروں سے اشاعت پارہے ہوئے۔ دو ٹیلے انعطاف سے معمولی وغیر معمولی شعاعیں جب تک

ایک دوسرے سے کمال علیحدہ نہ ہو جائیں۔ ان کے متعلقہ باہم دیگر علی القوائم ارتعاش جیسے جیسے ایک نقطہ سے نکل کر دوسرے نقطہ کی طرف آگے کو بڑھیں گے اصغری بیئت کی تبدیلی کی وجہ سے خط مستقیم سے بدل کر ناقصی اور دائری شکلیں اختیار کرتے ہوئے کرر خط متعینہ میں تبدیل ہوتے جائیں گے۔

اگر ارتعاش یا نقل مکان کی سمت اعظم یا اقل لچک کی متعلقہ سمت سے منطبق ہو تو واسطہ میں صرف ایک ہی مستوی مقطب موج شائع ہوگی۔

فرضیں میں نے دو نیلے انعطاف والے واسطہ کے نور کی موجی سطح کو ایسی مستوی موجوں کی لاتناہی تعداد کا لغاف فرض کیا جو واسطہ کے ایک دیے ہوئے نقطہ میں سے وقت واحد میں تمام ممکنہ سمتوں میں پھیلتی ہیں۔ اگر اس دیے ہوئے نقطہ میں سے ہر ممکنہ سمت میں مستویوں کی ایک لاتناہی تعداد تصور کی جائے اور ان مستویوں میں سے ہر مستوی پر اس نقطہ میں سے دو خط مستقیم باہم دیگر علی القوائم اور اعظم و اقل لچکوں کی سمتوں سے منطبق اور نیز ان سمتوں کے متوازی ارتعاشوں کی موجوں کی رفتار اشاعت کے متناسب سمجھے جائیں تو یہ تمام خطوط دیے ہوئے نقطہ پر تنصیف پائیں گے اور ان کے سرے ایک ناقص نما (ellipsoid)

سطح پر واقع ہونگے جو لچک کا ناقص نما کہلاتا ہے۔ فرض کرو اس کی مساوات $z^2 + b^2 y^2 + a^2 x^2 = r^2$ ہے جس میں r خلائی رفتار نور ہے۔ مستقل z اور b اور a واسطہ کے لچکی خاص سے متعلق ہیں اور لچک کے محوروں کے متوازی ارتعاش کرنے والی موجوں کی رفتاروں کو تعبیر کرتے ہیں۔ ان محوروں کی اس طرح تعریف کی جاسکتی ہے کہ وہ کسی نقطہ پر کی دو سمتیں ہیں جن میں اگر ایٹم کا نقل مکان وقوع میں آئے تو اس کو واپس لانے والی قوت نقل مکان کی سمت کے متوازی ہوتی ہے۔ واضح ہے کہ کسی دیے ہوئے مستوی میں ایسی صرف دو سمتیں ہونگی لیکن فضا میں تین سمتیں ہونگی۔

اگر وقت کی اکائی وہ مدت قرار دی جائے جو نور کی موج کو خلا میں اکائی فاصلہ طے کرنے کے لیے درکار ہے تو واضح ہے کہ $r = 1$ اور $z^2 + b^2 y^2 + a^2 x^2 = 1$

اس مساوات میں اگر لا کو صفر کے مساوی لکھیں تو $\frac{1}{\text{لا}} + \frac{1}{\text{ما}} = \frac{1}{\text{ی}}$ ۔
 یہ آس ناقص کی مساوات ہے جو مندرجہ بالا ناقص ناقص کے مستوی ما کے نقطہ سے بنتا ہے اور جس کے نیم محور $\frac{1}{\text{لا}}$ اور $\frac{1}{\text{ما}}$ ہیں۔ اگر نور کی موج میں ارتعاش کی سمت محور ما کے متوازی ہے تو محور لا کی سمت میں ایک مستوی مقطب موج رفتار ب کے ساتھ شائع ہوگی۔ اور اگر ارتعاش کی سمت محور ما کے متوازی ہے تو محور لا ہی کی سمت میں رفتار ج کے ساتھ مستوی مقطب موج شائع ہوگی۔
 متکافیات $\frac{1}{\text{لا}}$ ، $\frac{1}{\text{ب}}$ اور $\frac{1}{\text{ج}}$ واسطہ کے انعطاف نما کے متناظر ہیں اور اس کے صدر انعطاف نما کہلاتے ہیں۔ سہولت کی خاطر ہم ان کو ما ، ہم اور ہم سے تعبیر کر کے مساوات کو مندرجہ ذیل شکل میں لکھتے ہیں :-

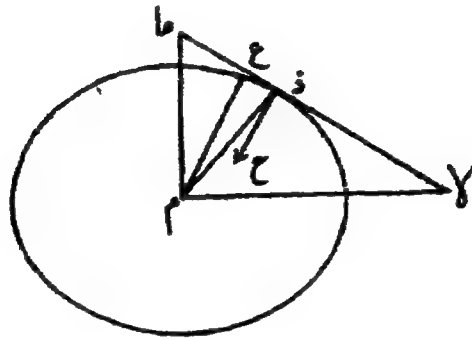
$$1 = \frac{1}{\text{ما}} + \frac{1}{\text{ہم}} + \frac{1}{\text{ہم}}$$

واسطہ کے لچکی خواص کے ذریعہ مندرجہ بالا ناقص نمائی مساوات عموماً واسطہ کے توجہ کی مدد سے حاصل کی جاتی ہے۔ ذیل میں ہم شو سائز کے طریقہ سے بتائینگے کہ یہ مساوات کیونکر بہ آسانی حاصل ہو سکتی ہے۔

فرض کرو کہ شکل ۱۹ میں ذاکانی کیت کا ایک ذرہ ہے جو ایک مرکز م کی طرف قوت ا^1 سے کھینچا آتا ہے جبکہ وہ محور م کا پروجی ہوتا ہے اور قوت ب^1 سے کھینچا آتا ہے جبکہ وہ محور م کا پروجی ہوتا ہے۔ اگر محور لا پراہستہ ہو تو ذرہ کا وقت دوران ت^1 ہوگا اور اگر محور ما پراہستہ ہو تو وقت دوران ت^2 ہوگا۔ اگر ذرہ اس طرح حرکت کرتا ہے کہ اس کے نقل مکان کے اجزاء تحلیلی محور م کا اور محور م کا کی سمتوں میں واقع ہوں تو اس پر عمل کرنے والی قوتوں کے اجزاء تحلیلی ا^1 اور ب^1 ہونگے جن میں لا اور ما ذرہ کے محدود ہیں اور حاصل قوت

$$\text{ح} = \text{ا}^1 + \text{ب}^1$$

لا و ما کے محوروں کے ساتھ یہ حامل قوت جو زاویے بناتی ہے ان کی جیب القمام بالترتیب $\frac{a}{c}$ اور $\frac{b}{c}$ ہے۔ واضح ہے کہ حامل قوت کی سمت نقل مکان کی سمت نہیں ہے کیونکہ نقل مکان کی سمتی جیب القمام (Direction cosines) علی الترتیب $\frac{a}{c}$ اور $\frac{b}{c}$ ہیں جن میں c ذرہ کی نیقطر سمتی ہے۔



شکل ۱۰۹

حامل قوت اور ذرہ کے نیقطر سمتی کا درمیانی زاویہ معلوم کرنے کے لیے ہم ذرہ پر عمل کرنے والی حامل قوت اور محور لا کے درمیانی زاویہ کو c سے تعبیر کریں گے اور ذرہ کے نیقطر سمتی اور محور لا کے درمیانی زاویہ کو a سے تعبیر کریں گے۔ چونکہ

$$\text{جم } (c - a) = \text{جم } c \text{ جب } a + \text{جم } c \text{ جب } b$$

$$\text{اور جم } c = \frac{a}{c} \text{ اور جب } c = \frac{b}{c}$$

$$\text{یہذا جم } c = \frac{a}{c} \text{ اور جب } c = \frac{b}{c}$$

$$\text{پس جم } (c - a) = \frac{a}{c} + \frac{b}{c} = \frac{a^2 + b^2}{c^2}$$

اگر ذرہ پر عمل کرنے والی حاصل قوت کا جزو تحلیلی نیم قطر سمتی کی سمت میں ح جم (م۔ض) یعنی $(\frac{1}{2} \lambda^2 + \frac{1}{2} \lambda^2)$ ہے۔

اگر ہم مساوات $\lambda^2 + \lambda^2 = \lambda^2$ کی شکل کا ناقص کھینچیں جو نقطہ ذ میں سے گزرتا ہو تو چونکہ ذ کے محدود λ^2 ہیں اور اس نقطہ میں سے گزرنے والے خط مماس کی مساوات $\lambda^2 + \lambda^2 = \lambda^2$ ہے اور اس مقام پر کے عماد کی مساوات $(\lambda - \lambda) = \lambda^2 = (\lambda - \lambda)$ ہے یعنی $\lambda^2 = (\lambda - \lambda) + (\lambda - \lambda)$ جس سے واضح ہے کہ نقطہ ذ میں سے گزرنے والا عماد λ و λ کے محوروں کے ساتھ جو زاویے بناتا ہے ان کی جیب التمام باہم λ^2 اور λ^2 کی نسبت رکھتی ہیں اس لیے زیر بحث صورت میں حاصل قوت عمود ح م کے متوازی سمت میں عمل کرتی ہے جو مرکز م سے نقطہ ذ پر کے خط مماس پر گرایا جاتا ہے۔ حاصل قوت کا جزو تحلیلی نیم قطر سمتی کی سمت میں کیا ہے اور قوت فی اکائی فاصلہ کیا ہے۔ پس اگر ذرہ نیم قطر سمتی م ذ پر حرکت کرنے پر مجبور کیا جائے تو اس کا وقت دوران $\frac{2\pi}{\lambda}$ ہوگا۔ چونکہ نسبت $\frac{1}{\lambda}$ صرف م ذ کی سمت کے تابع ہے جو نتیجہ اخذ کیا گیا ہے کہ کسی خاص قیمت کے غیر تابع ہے۔

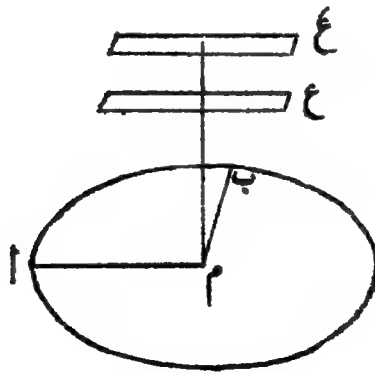
اگر یہ تحقیق سجائے دو ابعاد کے تین ابعاد سے متعلق کی جائے اور محور م کی سمت میں کشش کا جزو ترکیبی ج ی مانا جائے تو بھی وہی نتیجہ برآمد ہوتا ہے اور قوت کا جزو ترکیبی جو کسی بھی نیم قطر سمتی م ذ کی سمت میں فی اکائی طول عمل کرتا ہے کیا ہوتا ہے جس میں ط نیم قطر ہے جو سمت م ذ میں محترم ناقص نما (ellipsoid) $\lambda^2 + \lambda^2 + \lambda^2 = \lambda^2$ تک کھینچا جاتا ہے۔ کسی مستوی موج کو بغیر تبدیلی اشاعت پانے کے لیے لازمی ہے کہ قوت بازو ہی (restitution) نقل مکان کے متوازی ہو۔ اگرچہ عام طور پر یہ قوت ناصیہ موج کے مستوی میں تک نہیں واقع ہوتی ہے تاہم وہ دو

فرض کر لینگے کہ وہ ناقص کا نصف محورِ اعظم ہے۔ اور قوت بازو ہی کی سمت نیم قطر m ع ہے جو مستوی b m ج کے علی القوام ہے۔ اگر ناصیہ موج پر m ع کا ظل، نقل مکان m ا کی سمت سے منطبق ہوتا ہے تو مستوی a m ع ناصیہ موج کے علی القوام ہونا چاہیے۔ اور چونکہ m ع عمود وار ہے m ب پر پس m ب عمود وار ہوگا m ا پر۔ یعنی بالفاظِ دیگر m ا اور m ب ناصی تراش کے محور ہونگے۔ یہ وہ شرط ہے جو ابتداء ہی میں ہم نے فرض کی تھی۔ اگر نقل مکان کی سمت ناقصی تراش کے محوروں میں سے کسی محور کی سمت نہیں ہے تو بازو ہی کی موثر قوت کی سمت نقل مکان کے متوازی نہ ہوگی اور جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے دو مستوی مقطب نور کی موہیں حاصل ہونگی۔ مجسم ناقص نما کی دو تراشیں دائری ہونگی اور ان تراشوں کے متوازی مستوی موہیں بنیر کسی جدیدی کے اشاعت پائینگی اگرچہ جیسا ہم آگے چل کر بتائینگے ان محوروں میں شعاع نور کی تقسیم ہو سکتی ہے۔ لیکن مجسم ناقص نما کی یہ دائری تراشیں قلم کے مناظری محوروں کے علی القوام ہوتی ہیں۔ پس بطور اختصار ان امور کو ہم اس طرح بیان کر سکتے ہیں:-

قلم کے اندر کسی بھی دی ہوئی سمت میں اس کے عماد وار مستوی امواج کے دو نظام اشاعت پاسکتے ہیں۔ ان کے متعلقہ ارتزاز ناقصی تراش کے محوروں کی سمتوں میں ہونگے اور اشاعت کی رفتاریں ان محوروں کے طول کے بالعکس متناسب ہونگی۔ لیکن قلم کے اندر دو ایسی بھی سمتیں موجود ہیں جن میں صرف ایک ناصیہ موج اشاعت پاتا ہے اور ان کو واحد موجی رفتار کے محور یا قلم کے مناظری محور کہتے ہیں۔ ان سمتوں میں مستوی موج کی عمادی اشاعت کی رفتار ارتزاز کی سمت کے غیر تابع ہوتی ہے، اگرچہ وہ سمت جس میں ناصیہ موج کا ایک محدود حصہ (یعنی شعاع کی سمت) ارتزاز کی نوعیت کے تابع ہوتی ہے۔ اس لیے کہ قلمی واسطوں میں شعاع بالالترام ناصیہ موج کے علی القوام نہیں ہوتی ہے۔

اب ہم سطح موج کی شکل کی تحقیق کرنا چاہتے ہیں۔ یہ تحقیق ایک ہندی عمل پر غور کرنے سے کی جاسکتی ہے جو عمادی رفتار کی سطح کہلاتا ہے۔

عمادی رفتاری سطح - قلم کے اندر کسی بھی نقطہ م کے گرد لچک کا مجسم ناقص نما تیار کرو اور فرض کرو کہ مستوی موجوں کا ایک نظام نقطہ م میں سے تمام مکملہ سمتوں میں وقت واحد میں گزرتا ہے۔ ہم واقف ہو چکے ہیں کہ قلم عموداً صرف ایک خاص سمت میں منقلب ابتر اذوں کو منتقل کرنے کی خاصیت رکھتی ہے اور تمام دوسرے قسم کے ابتر اذوں کو دو اجزائے ترکیبی میں تحلیل کرتی ہے جو نامساوی رفتاروں کے ساتھ آگے کو بڑھتے ہیں۔ پس اس طرح نقطہ م میں سے مستوی موجوں کے دو نظام گزرتے ہیں۔ ان موجوں کی مختلف سمتوں میں رفتار معلوم کرنے کے لیے حسب ذیل طریقہ اختیار کیا جاتا ہے۔ فرض کرو شکل III میں نقطہ م میں سے گزرنے والی مستوی موجوں میں سے کوئی ایک موج مجسم ناقص نما کو ناقصی تراشش ۱ م ب میں منقطع کرتی ہے جس کے محمدم ۲ اور م ب ہیں۔ نقطہ م پر مستوی کا عماد قائم کرو اور اس پر فاصلے م ع اور م غ ناپ لو جو محوروں م ۱ اور م ب کے بالعکس متناسب ہوں۔ اب اگر ناقصی تراشش کے مستوی کے متوازی نقاط ع اور غ میں سے مستوی کھینچے جائیں تو وہ ان دو موجوں کی وضعوں کو تعبیر کریں گے جو وقت واحد میں (یا ایک ساتھ) نقطہ م میں سے گزری ہیں۔ ان میں سے ایک موج کے



شکل III

مطلقاً ہتھراز محور م کے متوازی ہونگے اور دوسری موج کے ہتھراز محور م کے متوازی۔ اب اگر ہم مستوی ا م ب کو نقطہ م کے گرد ہر ممکن سمت میں گھمائیں تو نقاط ع اور غ (جن کی قبل ازیں صراحت ہو چکی ہے) ایک ایسی سطح قرار کریں گے جو دو چادروں پر مشتمل ہوگی اور عادی رفتاروں کی سطح کہلاتی ہے۔ اس سطح کا کوئی بھی نیم قطر سمتی اس سمت میں اشاعت پانے والی مستوی موج کی عادی رفتار کی تیسین کرتا ہے۔ چونکہ مستوی ا م ب کی دو وضعوں کے لیے مجسم ناقص نما کی تراش دائری ہوتی ہے اس لیے واضح ہے کہ نقاط ع اور غ منطبق ہو جاتے ہیں جبکہ نور کی موجیں ان تراشوں کے متوازی ہوتی ہیں۔ لہذا سا غور کرنے سے معلوم ہوگا کہ اندرونی چادر بیرونی چادر کو چار نقطوں میں مس کریگی۔ لیکن یہ سطح موجی سطح کے مثل نہیں ہے اس لیے کہ نوغزلذ کر سطح ان تمام مستوی موجوں کے لف کرنے سے پیدا ہوتی ہے جن پر ابھی غور ہوا ہے۔

ان مستویوں کا خاندان مسادات

ل لا + م ما + ن ی = ل
سے تبصیر کیا جاتا ہے جس میں ل، م، ن اس سمت کی سمتی جیوب التمام ہیں جس میں موج رفتار (ر) کے ساتھ سفر کرتی ہے۔ یہ رفتار (ر) خود ل، م، ن کا ایک تفاعل ہے۔ ہمیں ان مقادیر کو باہم دیگر ملانے والے ایک رشتہ کی ضرورت ہے۔

اگر سمت ل، م، ن (یعنی وہ سمت جس کے جیوب التمام ل، م، ن ہوں) میں اشاعت کی رفتار (ر) ہو تو موجی سطح مستویوں ل لا + م ما + ن ی = ل کا لفاف ہے جس میں ر مقادیر ل، م، ن کا وہ تفاعل ہے جس کی نوعیت ہم معلوم کرنا چاہتے ہیں۔ اگر (ل، م، ن) متناظر ہتھراز کی سمت کے جیوب التمام ہیں تو

ل لا + م ما + ن نہ = ل
فریدیل کے قرارداد اصول کے لحاظ سے فوراً یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے کہ باز دہی کی قوت (لا، ب، م، ج، نہ) فی اکائی نقل مکان، معادل ہے

ایک قوت 'ر' کے جس کی سمت (لہ منہ) ہے مع ایک اور قوت 'ف' کے جس کی

سمت (ل م ن) ہے۔
محدود محوروں کے متوازی تحلیل کرنے سے ' مساواتیں

$$ل ف = ل' ل' - ر' ل' م' ف = ب' م' - ر' م' ن' ف = ج' ن' - ر' ن'$$

حاصل ہوتی ہیں۔ یعنی

$$ل' = \frac{ل ف}{ل' - ر'} = م' = \frac{م ف}{ب' - ر'} = ن' = \frac{ن ف}{ج' - ر'}$$

ان کو بالترتیب 'ل' 'م' 'ن' سے ضرب دینے سے اور یہ یاد رکھ کر کہ
ل لہ + م مہ + ن نہ =

$$\text{مساوات } (۱) \dots ۰ = \frac{ل' ن}{ل' - ر'} + \frac{م' م}{ب' - ر'} + \frac{ن' ف}{ج' - ر'} \dots (۱)$$

حاصل ہوتی ہے جس کو ہم اب کام میں لائینگے۔

موجی سطح - شکل ۱۱۱ والی تراش 'م' ب کی ہر وضع کے لیے

اگر ہم نقاط 'ع' اور 'غ' میں سے تراش مذکور کے متوازی مستوی تیار کریں تو یہ مستویاں
ایک سطح کو لٹ کر بیٹھنے جو دو چادروں پر مشتمل ہوگی اور اپنی عام صورت کے
توازن عمادی موجی سطح کے مشابہ ہوگی جس کا ہم نے ابھی ذکر کیا ہے۔ اس وقت
جس سطح کی تعریف کی جا رہی ہے حقیقی موجی سطح ہے اور موج کی اس شکل کو تعبیر
کرتی ہے جو قلم کے اندر نور کے شایع ہونے سے صورت پذیر ہوتی ہے۔

جو مساوات اس موجی سطح کو لٹ کرنے والے مستوی موجوں کے نظام کو تعبیر کرتی ہے

$$ل' ل' + م' م + ن' ن = ر' \dots (۲)$$

جن میں 'ل' 'م' 'ن' اور 'ر' مندرجہ ذیل شرائط کے تابع ہیں:-

$$(۳) \dots ۱ = \frac{ل' ن}{ل' - ر'} + \frac{م' م}{ب' - ر'} + \frac{ن' ف}{ج' - ر'} \dots (۳)$$

آرچیبالڈ اسمتھ (Archibald Smith) نے ۱۸۳۵ء میں موجی سطح کی مساوات اس طرح دریافت کی تھی :- [دیکھو سند مذکور کا فلوئیڈیکل میگزین صفحہ ۲۲۵] -
مندرجہ بالا تین مساواتوں کو (ل، م، ن کو متغیر مان کر) تفرقہ کرنے سے

$$\text{لا فرل} + \text{ما فرم} + \text{ی فرن} = \text{فرر} \dots\dots\dots (۴)$$

$$\frac{\text{ل فرل}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}} + \frac{\text{را}}{\text{را}}} + \frac{\text{م فرم}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}} + \frac{\text{را}}{\text{را}}} + \frac{\text{ن فرن}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}} + \frac{\text{را}}{\text{را}}} - \left\{ \frac{\text{ل}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}} + \frac{\text{را}}{\text{را}}} + \frac{\text{م}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}} + \frac{\text{را}}{\text{را}}} + \frac{\text{ن}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}} + \frac{\text{را}}{\text{را}}} \right\} \text{فرر} =$$

اگر $\frac{\text{ل}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}} + \frac{\text{را}}{\text{را}}} + \frac{\text{م}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}} + \frac{\text{را}}{\text{را}}} + \frac{\text{ن}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}} + \frac{\text{را}}{\text{را}}}$ کے عوض اختصاراً ک لکھا جائے تو

$$\text{لا فرل} + \frac{\text{م فرم}}{\text{را} + \frac{\text{را}}{\text{را}}} + \frac{\text{ن فرن}}{\text{را} + \frac{\text{را}}{\text{را}}} = \text{ک ر فرر} \dots\dots\dots (۵)$$

اور $\text{لا فرل} + \text{م فرم} + \text{ن فرن} = \dots\dots\dots (۶)$
مندرجہ بالا تین مساواتیں دراصل دو غیر تابع مساواتوں کے معادل ہیں۔
پس غیر معین ضاربوں (undetermined multipliers) کے

طریقے سے تغاف سطح کی مساوات حاصل کی جاسکتی ہے :-

۱ اور ۲ ایسے دو مقادیر دریافت ہو سکتے ہیں کہ اگر ان سے مساواتوں (۶) اور (۵) کو بالترتیب ضرب دے کر جمع کیا جائے تو محصلہ مساوات کے سر (coefficient) مساوات (۴) کے سروں کے مساوی ہونگے۔

$$\text{پس ل فرل} + \left(1 + \frac{\text{ب}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}}}\right) \text{م فرم} + \left(1 + \frac{\text{ب}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}}}\right) \text{ن فرن} + \left(1 + \frac{\text{ج}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}}}\right) \text{فرر} =$$

اور چونکہ $\text{لا فرل} + \text{ما فرم} + \text{ی فرن} = \text{فرر}$ = بک ر فرر

$$\therefore \begin{cases} \frac{\text{ب}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}}} + 1 = 1 \\ \frac{\text{ب}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}}} + 1 = 1 \\ \frac{\text{ب}}{\text{را} - \frac{\text{را}}{\text{را}}} + 1 = 1 \end{cases} \dots\dots\dots (۷)$$

(۸) اور $۱ = ب ک ر$
 اب ہمیں ۱ اور $ب$ کو ساقط کرنا ہے۔ مساواتوں (۷) کو علی الترتیب
 ل، م، ن سے ضرب دے کر جمع کر دو تب مساواتوں (۲) (۳) اور (۱) کے
 ذریعے $ر = ۱$
 مساواتوں (۷) کے مختلف اجزاء کے دونوں جانبوں کے مربعوں کو جمع

کرنے سے $ط^۲ = ۱ + ب^۲ ک$ (جس میں $ط^۲ = لا^۲ + ما^۲ + ی^۲$)
 اس کو مساواتوں (۸) اور (۹) کے ساتھ ملائے سے

$$ب = ب^۲ ک ر = (ط^۲ - ر^۲) ر$$

۱ اور $ب$ کی یہ قیمتیں مساوات (۷) میں تعویض کرنے سے

$$لا = رل + \frac{ر(ط^۲ - ر^۲)ل}{ر^۲ - ر} = \frac{رل(ط^۲ - ر^۲)}{ر^۲ - ر}$$

$$(۱۰) \dots \left\{ \begin{array}{l} \frac{لا - رل}{ط^۲ - ر^۲} = \frac{رل}{ر^۲ - ر} = \frac{لا}{ط^۲ - ر^۲} \\ \frac{ما - رم}{ط^۲ - ر^۲} = \frac{رم}{ر^۲ - ب^۲} = \frac{ما}{ط^۲ - ب^۲} \\ \frac{ی - رن}{ط^۲ - ر^۲} = \frac{رن}{ر^۲ - ج^۲} = \frac{ی}{ط^۲ - ج^۲} \end{array} \right.$$

یعنی

اسی طرح

اور

ان مساواتوں کو علی الترتیب لا، ما، ی سے ضرب دے کر جمع کرنے
 سے ہمیں موجی سطح کی مطلوبہ مساوات، یعنی

$$(۱۱) \dots ۱ = \frac{ی^۲}{ط^۲ - ج^۲} + \frac{ما^۲}{ط^۲ - ب^۲} + \frac{لا^۲}{ط^۲ - ر^۲}$$

حاصل ہوتی ہے۔

اس سے موجی سطح کی اکائی وقت کے بعد کی وضع دستیاب
 ہوتی ہے۔

موجی سطح کی تراشیں جو محدّد مستویوں سے بنتی

ہیں۔ قلم کے اندر موجی سطح کی جو شکل ہوتی ہے اس کو ذہن نشین کرانے کا سب سے سہل طریقہ یہ ہے کہ تینوں محدّد مستویوں سے اس کی جو تراشیں بنتی ہیں ان پر غور کیا جائے۔ اگر مساوات (۱۱) سے نسب نما حذف کر دیا جائے تو

$$لا^۲ (ط^۲ - ب^۲) (ج^۲ - م^۲) + م^۲ (ط^۲ - ج^۲) (ط^۲ - ی^۲) + ی^۲ (ط^۲ - لا^۲) (ط^۲ - ب^۲)$$

$$= (ط^۲ - لا^۲) (ط^۲ - ب^۲) (ط^۲ - ج^۲) \dots \dots (۱۲)$$

جب لا = ۰ تو

$$= (ط^۲ - لا^۲) \{ م^۲ (ط^۲ - ج^۲) + ی^۲ (ط^۲ - ب^۲) - (ط^۲ - ب^۲) (ط^۲ - ج^۲) \} = ۰$$

سیدھے جانب کے جملہ کا دوسرا جزو ضربی

$$= م^۲ ج^۲ - ی^۲ ب^۲ + م^۲ (ی^۲ + ب^۲) (ب^۲ + ج^۲) - ب^۲ ج^۲ = ۰$$

یعنی $م^۲ ب^۲ + ی^۲ ج^۲ - ب^۲ ج^۲ = ۰$ میں تحول ہو جاتا ہے۔

پس اس سے واضح ہے کہ (ما ی) والا مستوی موجی سطح کو شکلوں

$$ط^۲ - لا^۲ = لا^۲ + م^۲ + ی^۲ - لا^۲ = ۰ \text{ یعنی } م^۲ + ی^۲ = لا^۲ \text{ (اس لیے کہ لا = ۰)}$$

$$\text{مانا گیا ہے) اور } \frac{م^۲}{ج^۲} + \frac{ی^۲}{ب^۲} = ۱ \text{ میں منقطع کرتا ہے۔}$$

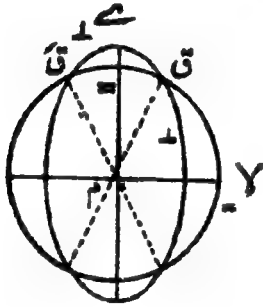
پہلی مساوات $\frac{۱}{۲}$ نصف قطر والے دائرہ کی ہے اور دوسری ج اور ب نصف محوروں والے ایک ناقص کی جو بالکلید متذکرہ بالا دائرہ کے اندر واقع ہے۔ دیکھو شکل ۱۱۳۔

جب ما = ۰ تو مساوات (۱۲)

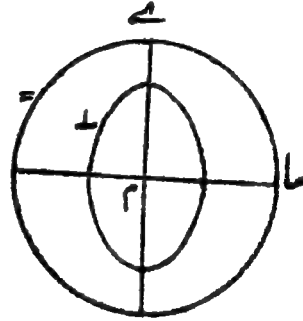
$$(ط^۱ - ب^۱) \{ لا^۱ (ط^۱ - ج^۱) + ی^۱ (ط^۱ - ز^۱) - (ط^۱ - ز^۱) (ط^۱ - ج^۱) \} = ۰$$

میں تحویل ہو جاتی ہے۔
اور سیدھے جانب کے چلے کا دوسرا جزو ضربی مختصر ہو کر لا^۱ + ی^۱ ج^۱ - ز^۱ ج^۱ =
بن جاتا ہے۔ پس مستوی (ی لا) موجی سطح کو
لا^۱ + ی^۱ = ب^۱

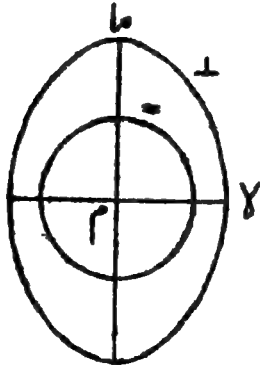
اور $\frac{لا^۱}{ج^۱} + \frac{ی^۱}{ز^۱} = ۱$ شکلوں میں منقطع کرتا ہے۔ جن میں سے
اول الذکر ب نصف قطر کا ایک دائرہ ہے اور دوسرا قطع ناقص جو ایک دوسرے
کے ساتھ چار نقطوں میں متقاطع ہیں۔ دیکھو شکل ۱۱۳۔



شکل ۱۱۳



شکل ۱۱۴



شکل ۱۱۵

جب $y = 0$ تو مستوی (لا y) موجی سطح کو
دائرہ $LA^2 + MA^2 = C^2$

اور قطع ناقص $\frac{LA^2}{a^2} + \frac{MA^2}{b^2} = 1$ میں منقطع کرتا ہے۔ ان میں سے
دائرہ بالکلیہ ناقص کے اندر واقع ہے۔ دیکھو شکل ۱۱۳۔
ان تینوں صورتوں میں تقطیب کی سمت یکجہ کے مجسم ناقص نما
سے معلوم کر لی جاسکتی ہے۔ چنانچہ متذکرہ بالاتین شکلوں میں اس کی
صراحت کر دی گئی ہے۔ علامت \perp سے یہ مراد ہے کہ نور شکل کے
مستوی کے علی القوائم مقطب ہے اور علامت $=$ سے مراد ہے کہ نور
شکل کے مستوی میں امقطب ہے۔

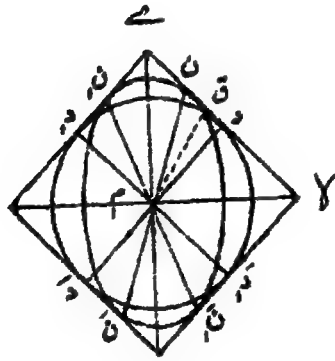
پس موجی سطح دو چادروں پر شکل ہے جو صرف چار نقطوں (وز، ژ، اور ح)
میں باہم دیگر متقاطع ہوتے ہیں اور کسی دوسرے میں نہیں۔ دیکھو شکل ۱۱۴۔
یہ نقطے بدماءم میں سے گزرنے والے دو خطوط مستقیم م ق، م ق پر واقع
ہوتے ہیں جو واحد شعاعی رفتار کے محور کہلاتے ہیں۔ واضح ہو کہ یہ خطوط
قلم کے مناظر ہی محسوسوں سے بالکل مختلف ہیں۔

جب نور کی موج دو محوری قلم کی سطح پر منعطف ہوتی ہے تو منعطف شعاع
اور ناصیہ موج 'موجی سطح' سے 'ہونگینیز' کے عمل سے 'ایسا ہی دریافت کر لے
جاسکتے ہیں جیسا کہ یک محوری قلم کی صورت میں ممکن ہے۔ لیکن دو محوری قلم
کی صورت میں حالات زیادہ پیچیدہ ہوتے ہیں۔ جیسا کہ قبل ازیں ذکر آچکا ہے
دونوں منعطف شعاعوں میں سے کوئی ایک بھی عموماً وقوع کے مستوی میں
نہیں ہوتی ہے۔

اگرچہ ایک ہی عادی سے متعلق دونوں موجیں ایک دوسرے کے
علی القوائم مقطب ہوتی ہیں، تاہم کسی دی ہوئی شعاع سے متعلق دو قطبی مستوی
باہم دیگر علی القوائم نہیں ہوتے ہیں الا اس صورت میں کہ شعاع موجی عادی سے
منطبق ہوئی ہے۔

مناظری محور یا واحد موجی رفتار کے محوس۔ ان پر

غور کرنے کے لیے شکل ۱۱۵ ملاحظہ ہو جو شکل ۱۱۳ کی طرح موجی سطح کی 'مستوی' لا مے والی تراش کو تعبیر کرتی ہے لیکن اس میں چار ماسی خط دن 'دَن' اور 'دَن' بھی کھینچے گئے ہیں جو دائرہ افد ناقص کو علی الترتیب نقاط مذکور میں مس کرتے ہیں۔ یہ خطوط دراصل مستویاں ہیں جو موجی سطح کی چادروں کو مس کرتی ہیں۔ مستوی دَن سطح کی ایک چادر کو نقطہ 'د' میں اور دوسری چادر کو نقطہ 'ن' میں مس کرتا ہے۔ اسی طرح دوسرے مستوی بھی دوسری چادروں کو مس کرتے ہیں۔ دَن نصف قطر م د (= ب) کے علی القوائم ہے۔ اور چونکہ دونوں چادروں کے ماسی مستوی جو نصف قطر م د کے علی القوائم ہیں باہم دیگر منطبق ہیں اس لیے م د مناظری محور ہے۔ اس طرح م د وغیرہ۔



شکل ۱۱۵

سروایم ہیملٹن نے جیسا ب سے پہلے ثابت کیا تھا یہ بتایا جاسکتا ہے کہ مشترک ماسی مستوی 'موجی سطح' کو نہ صرف دو نقطوں د اور ن میں مس کرتا ہے بلکہ ایک دائرہ میں جس کا دَن قطر ہے۔

اس لیے کہ مساواتوں (۱۰) میں پہلی مساوات کو ل سے اور تیسری کو ن سے ضرب دینے سے

$$\frac{ل}{ط - و} + \frac{ن}{ط - ج} = ر \left(\frac{ل}{ط - و} + \frac{ن}{ط - ج} \right)$$

اگر (ل، م، ن) مناظری محور کی سمتی جیوب التمام ہوں تو

$$\frac{ل}{ط - ب} = \frac{ن}{ط - ج} \quad م = ۰ \quad \text{اور} \quad ر = ب$$

پس متذکرہ بالا مساوات کے میدے جانب کا جملہ $= ر \left(\frac{ل}{ط - ب} + \frac{ن}{ط - ج} \right) =$

اور $ل (ط - ج) + ن (ط - و) = ۰$ (۱۳)

اس مساوات میں لا، ن، ی تاصیہ موج کے ساتھ سمت (ل، م، ن) میں شعاع کے نقطہ تماس کی تعیین کرتے ہیں۔ نقطہ د پر کے حماسی مستوی کی مساوات

$$ل + ن + ی = ب \quad \dots \dots \dots (۱۴)$$

پس مساواتوں (۱۳) اور (۱۴) کے ملاپ سے

$$ب (لا + ن + ی) - ل (ط - ج) - ن (ط - و) = ۰ \quad \dots \dots \dots (۱۵)$$

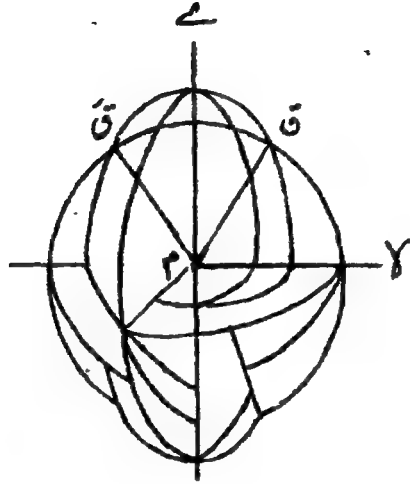
جو مبداء میں سے گزرنے والے ایک کرہ کی مساوات ہے۔

پس نقطہ تماس کا طریق مساواتوں (۱۴) اور (۱۵) کی شکلوں یعنی مستوی اور کرہ کے تقاطع سے تعبیر یا تا ہے اور اس لیے ایک دائرہ ہے۔

نقطہ ق پر موجی سطح میں ایک گڑھا واقع ہے۔ حماسی مستوی دن اس کرہ پورا ڈھانپ دیتا ہے اور موجی سطح تو اس گڑھے کے گرد ایک دائرہ میں منس کرنا ہے۔ چونکہ شعاع کی سمت حماسی مستوی کے نقطہ تماس سے متعین ہوتی ہے اس لیے صورت زیر بحث میں مبداء کو دائرہ سے ملانے والی شعاعوں کی تعداد نا متناہی ہے اور وہ ایک مخروط کی سطح پر واقع ہوتی ہیں۔

پس نقطہ م سے شعاعوں کا ایک کھوکھلا مخروط منفرد ہوگا جو حماسی دائرہ کے

محیط میں سے گزرے گا۔ اس کا نام مخروطی انعطاف (conical refraction) رکھا گیا ہے۔



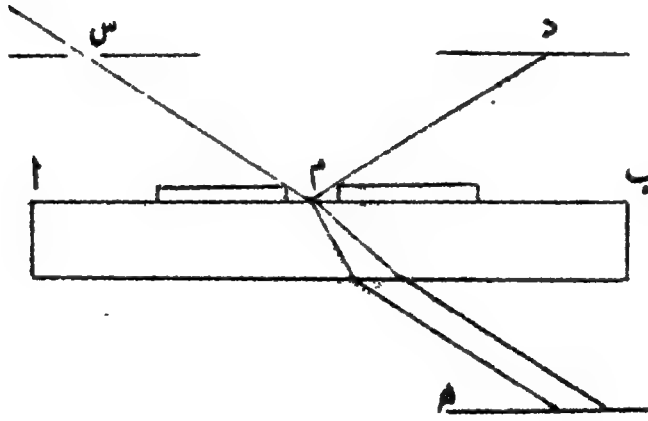
شکل ۱۱۱

فرینیل کی موجی سطح کی تراشیں مزید وضاحت کے لیے شکل ۱۱۱ میں بتائی گئی ہیں۔

اندرونی و بیرونی مخروطی انعطاف - سرولیمن

نے اپنا یہ نظری نتیجہ تجربی تصدیق کی غرض سے ڈاکٹر لائیڈ (Lloyd) کے پاس پیش کیا۔ اس نے اراگونائیٹ (aragonite) قلم کی ایک تختی لی جس کے پہلو مناظری محورین کے منصف کے علی القوائم تراشے گئے تھے۔ یعنی محدودی مستوی لامہ کے متوازی تھے۔ اس قلم کے متذکرہ بالا مخروط کا انحصاری زاویہ نسبت بڑا ہوتا ہے اور رڈبرگ (Rudberg) نے بیشتر ہی سے اس کے صدر انعطاف نماؤں کی کافی صحت کے ساتھ بیماٹس کر لی تھی۔

اندرونی مخروطی انعطاف کی تصدیق کے لیے لائٹ نے دو پردوں کے سہووں میں سے نور کی ایک باریک پینل کو گزار کر مضبوط بالائی قلم کی تختی میں سے منعطف ہونے دیا (دیکھو شکل ۱۱۴)۔ قلم کی بالائی سطح پر رکھے ہوئے پردہ کو حرکت دینے سے پینل کا زاویہ وقوع حسب ضرورت بدلا گیا۔ قلم میں سے خارج ہو کر اس کے نیچے کی سطح سے کچھ دور رکھے ہوئے تیسرے پردہ h و h' پر جب منعطف پینل ٹکرائی تو عموماً دو سفید دھبے (معمولی اور غیر معمولی پینلوں کے) صورت پذیر ہوئے۔ لیکن ایک خاص زاویہ وقوع ایسا دریافت ہوا کہ پینل کی اس وضع میں یہ دھبے پردہ h پر ایک واحد منور حلقہ کی شکل میں پھیل گئے جس کے اندر کا حصہ تاریک تھا۔ پس اس سے اندرونی مخروطی انعطاف کا نظریہ قطعی طور پر صحیح ثابت ہوا۔



شکل ۱۱۴

اس خاص انعطاف سے متعلق پینل کا زاویہ وقوع معلوم کرنے کے لیے قلم کی بالائی سطح پر سے واقع پینل $س$ $م$ کو منعکس کر اگر پردہ $د$ پر روک لیا گیا۔ زاویہ $س$ $م$ $د$ ناپ لیا گیا۔ واضح ہے کہ اس کا

نصف مطلوبہ زاویہ وقوع ہے۔ اس طرح پیمائش سے زاویہ کی جو قیمت حاصل ہوئی نظری قیمت سے بالکل یہ منطبق ہوئی۔ ایسا ہی شعاعوں کے اندرونی مخروط کا انحصاری زاویہ بھی ناپا گیا تو نظریہ کے ساتھ منطبق پایا گیا۔

واحد شعاعی رفتار کے محوروں کی سمت کی

تعیین - شکل ۱۱۳ یا ۱۱۶ کے معائنہ سے واضح ہے کہ خطوط م ق اور م ق' موجی سطح سے (جیسا کہ قبل ازیں بیان ہو چکا ہے) مخروط نما گڑھوں میں ملتے ہیں۔ یہی خطوط واحد شعاعی رفتار کے محور ہیں۔ نقطہ ق یا ق' پر ماسیستیوں کی ایک نامتناہی تعداد کھینچی جاسکتی ہے جو ایک مخروط تیار کرتے ہیں جو نقطہ ق یا ق' پر ماسیستی مخروط کہلاتا ہے۔ پس شعاع م ق یا م ق' مستوی موجوں کی ایک نامتناہی بڑی تعداد کے متناظر ہے جو قلم کے اندر مختلف موجی رفتاروں سے لیکن ایک ہی شعاعی رفتار سے سفر کرتی ہے۔

قلم میں اس واحد شعاعی رفتار والی سمت کی آسانی تعین ہو سکتی ہے۔ چنانچہ اگر نقطہ ق شکل ۱۱۳ میں کے محدد لا' ی فرض کیے جائیں اور زاویہ لام ق = فہ تو

$$\text{جب } f = \frac{y}{\frac{1}{2}(l^2 + y^2)}$$

چونکہ ق دائرہ (لا' + ی' = ب') پر واقع ہے اور ساتھ ہی

محور (ج' = $\frac{l^2}{y} + \frac{y^2}{1} = 1$) پر آخر الذکر مساوات میں لا' کی قیمت

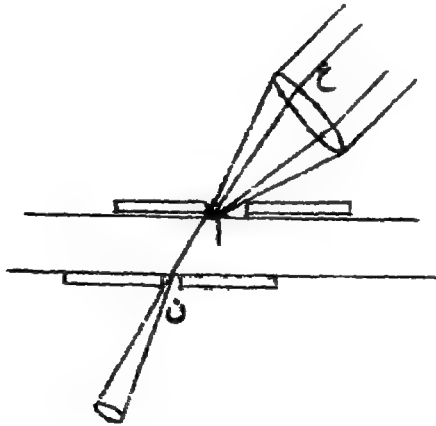
تو بیض کرنے سے

$$\frac{b^2}{j} - 1 = \left(\frac{1}{j} - \frac{1}{y} \right) y \quad \therefore 1 = \frac{y^2}{j} + \frac{b^2 - y^2}{j}$$

$$\therefore y = \pm \sqrt{\frac{b^2 - j}{j - 1}}$$

اس لیے جب $\frac{y}{b} = \pm \frac{1}{b} \sqrt{\frac{b^2 - c^2}{c^2}}$

بیرونی مخروطی انعطاف۔ مہر ولیم ہیلش کے کہنے پر ڈاکٹر لائیڈ نے بیرونی مخروطی انعطاف کی بھی تجربی تصدیق کی۔ اور انوائٹسٹ کی جس تختی کا قبل ازیں ذکر آچکا ہے اس کی بالائی سطح کے نقطہ m پر (دیکھو شکل ۱۱۱) نور کی ایک مخروطی پینل ماسک پر لائی گئی قلم کی اوپر اور نیچے والی سطحوں پر سہوں والے دو پردے یا دیا فرمے لگا دیے گئے۔ عہد کے محور اور نیچے والے پردہ کو حسب ضرورت ترتیب دینے سے پردوں کے سہوں کو ملانے والا خط قلم کے اندر کی واحد شعاعی رفتار کے محور کے ساتھ منطبق کر دیا جاسکا۔ ایسی صورت میں m پر شعاعوں کا جو پورا مخروط واقع ہوا اس میں سے وہ شعاعیں جو ایک خاص کھوکھلے مخروط کے متناظر تھیں اس طرح منعطف ہوئیں کہ ان کی سمت واحد شعاعی رفتار کے محور سے منطبق ہو گئی۔ جب یہ شعاعیں قلم سے نقطہ n پر خارج ہوئیں تو ایک منور کھوکھلے مخروط کی



شکل ۱۱۱

شکل میں برآمد ہوئیں جس کا محور واقع شعاعوں کی پینل کے محور کا متوازی تھا۔

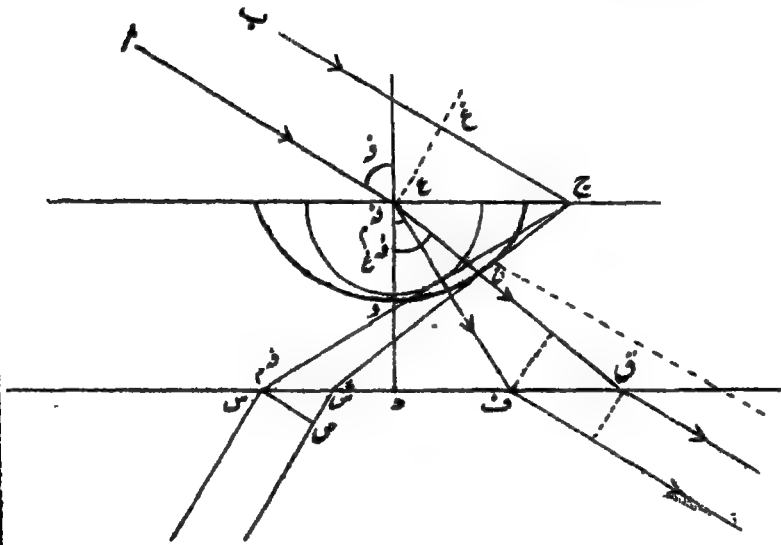
چنانچہ ن کے پاس تختی کے نیچے آنکھ رکھ کر دیکھنے سے ایک منور کھوکھلا حلقہ دکھائی دیا۔

قلبی تختیوں میں مقطب نور کا تداخل - دونیکول

کے منشوروں کے مابین متوازی پہلوؤں والی قلمی تختی میں سے جب نور کی پنسل گزرتی ہے تو علی العموم میدان نظر میں دلچسپ شکلیں تیار کرتی ہے۔ ہم پہلے ایک محوری قلم کی تختی سے بحث کریں گے اور بتائیں گے کہ نیکول جب متوازی وضع میں ہوتے ہیں تو تداخل نور سے کیسی شکلیں بنتی ہیں اور علی القوائم وضع میں کیسی۔ پنسل متوازی شعاعوں پر مشتمل ہو تو کیا کیفیت مشاہدہ ہوتی ہے اور مستقیم یا متع شعاعوں پر مشتمل ہو تو کیا۔ اگر نور ایک لونی نہ ہو سفید ہو تو اشکال کا کیا رنگ ہوتا ہے۔ چونکہ تداخل کے لیے ضروری ہے کہ معمولی اور غیر معمولی پنسلوں کے راستے منطبق ہوں اس لیے فرض کیا جائیگا کہ قلمی تختی کافی پتلی ہے۔ اسی صورت میں شعاعیں تقریباً ایک ہی راستہ سے گزریں گی لیکن ان کی رفتاریں مختلف ہونے کی وجہ سے مقطب پنسلوں میں اختلاف بسیت واقع ہوگا جو تداخل پیدا کریگا۔ سہولت کی خاطر یہ بھی فرض کر لیا جائیگا کہ تختی کی سطحوں پر نور کا بہت کم حصہ انعکاس کی وجہ سے ضائع جاتا ہے۔

شکل ۱۱۹ میں متوازی شعاعوں کی پنسل ا ب ج ایک قلمی تختی پر واقع ہوتی ہے جس کی سطحیں ج ع اور ف م مناظری محور ع د کے علی القوائم تراشی گئی ہیں۔ اگر تختی شعاع کے حامل نہ ہوتی تو شعاع سیدھی نقطہ دار خط کی سمت میں رفتار سہا کے ساتھ چلی جاتی۔ تختی میں معمولی اور غیر معمولی شعاعوں سے متعلق ناصبیہ موج معلوم کرنے کے لیے ع کو مرکز مان کر دائرہ اور قطع ناقص بناؤ جو ایک دوسرے کو نقطہ و پر مس کرتے ہیں اور ج سے ان پر خطوط ع ا س ج م م اور ج ن مں کھینچو۔ اگر قلم میں معمولی اور غیر معمولی موجوں کی رفتاریں سہا اور سہا سے تعبیر کی جائیں تو شکل سے ظاہر ہے کہ سہا > سہا > سہا۔

شعاعوں ع م اور ع ن کو ف اور ق تک آگے بڑھاؤ جہاں وہ قلم کی دوسری سطح سے مل جائیں۔ یہاں پہنچ کر شعاعیں ہوا میں واقع پرنسپل کی ابتدائی سمت کے متوازی منعطف ہو جائیں گی۔ اسی طرح ہوا میں پہنچ کر معمولی اور غیر معمولی شعاعوں کے ناصبیہ موج (ج م اور ج ش) ابتدائی ناصبیہ موج ع غ کے متوازی ہو جائیں گے۔ ان کے مابین تفاوتِ راہ میں ص ہوگا جو ان کا درمیانی عمودی فاصلہ ہے۔



شکل ۱۱۹

س ص = س ش جب نہ = ع د (م م ف س ج - م ف ش ج) شکل سے واضح ہے کہ ف س ج = ف م اور اگر یہ فرض کیا جائے کہ غیر معمولی موج اور اس کے خطِ ماس ج ن کا نقطہ تماس و سے زیادہ دور نہیں ہے یعنی زاویہ وقوع نہ کافی چھوٹا ہے تو زاویہ ع ن ش تمامہ تصور کیا جاسکتا ہے۔ اور اس طرح ف ش ج = د ع ن تقریباً پس ف ش ج = ف م تقریباً

اس لیے س ش = ع د (مم فم - مم فم) تقریباً
تختی کی موٹائی ع د کو اگر ٹ سے تعبیر کیا جائے تو
س ش = ٹ (مم فم - مم فم)

$$= \left\{ \left(\frac{\text{جب فہ}}{\text{جب فہ}} - \frac{\text{جب فہ}}{\text{جب فہ}} \right) - \left(\frac{\text{جب فہ}}{\text{جب فہ}} - \frac{\text{جب فہ}}{\text{جب فہ}} \right) \right\}$$

$$= \left\{ \left(\frac{\text{جب فہ}}{\text{جب فہ}} - \frac{\text{جب فہ}}{\text{جب فہ}} \right) - \left(\frac{\text{جب فہ}}{\text{جب فہ}} - \frac{\text{جب فہ}}{\text{جب فہ}} \right) \right\}$$

جس میں مم اور مع علی الترتیب قلم کے معمولی اور غیر معمولی انعطاف نام ہیں۔
قلم کے باہر معمولی اور غیر معمولی ناصیہ طے موج میں وقت کا تفاوت = $\frac{\text{س ش}}{\text{س ش}}$

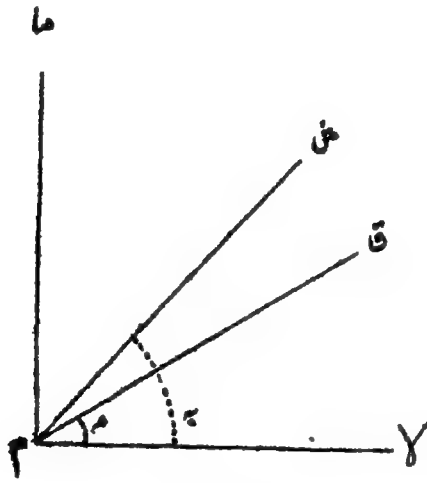
پس ان میں تفاوت ہیئت ۵ = $\frac{\pi 2}{\text{س ش}}$
جس میں و = ہوا میں نور کے متعلق ارتعاش کا وقت دوران
و سما = طول موج نور (ہوا میں) = لم

۵. تفاوت ہیئت ۵ = $\frac{\pi 2}{\text{لم}}$ (مم - مم) (جب فہ - جب فہ)
یعنی تفاوت ہیئت تختی کی موٹائی ٹ اور زاویہ وقوع فہ کا تفاعل ہے۔
واضح ہے کہ اگر تختی پتلی ہو فہ کافی چھوٹا تو معمولی اور غیر معمولی شعاعیں
قلم کے اندر تقریباً منطبق ہو جاتی ہیں۔ اگر اس منطبق راستہ کے طول کو ل
قرار دیا جائے تو

$$\text{تفاوت ہیئت} = \frac{\pi 2}{\text{ل}} (\text{مم} - \text{مم})$$

فرض کرو کہ تختی پر واقع ہونے سے پہلے مقطب نور کا محیط ارتعاش اکائی ہے
اور م ق (شکل ۱۲) اس کے تقلیب کا مستوی ہے۔ اگر تختی سے خارج
ہونے پر معمولی اور غیر معمولی شعاعوں کے تقلیب کے مستوی م لا اور م ما
قرار دیے جائیں تو یہ فرض کر کے کہ م ق کا زاویہ میلان م لا کے ساتھ

عہ ہے۔ ان شعاعوں کے حیطہ ارتعاش علی الترتیب حجم عہ اور جب عہ
ہیں اور رفتاروں کے اختلاف کی وجہ سے ان کے مابین اختلاف ہیئت
طہ پیدا ہوا ہے۔ اب اگر مشرح نیکول کی تقلیب کا مستوی م شن مانا جائے
اور اس کا زاویہ میلان م لا کے ساتھ یہ تو چونکہ معمولی اور غیر معمولی
شعاعوں کے صرف وہی اجزاء ترکیبی اس دوسرے نیکول میں سے
منتقل ہو سکتے ہیں جو اس کے مستوی م شن میں مغلوب ہوتے ہیں اس لیے
ان خارج شدہ شعاعوں کے حیطہ ارتعاش بالترتیب حجم عہ حجم عہ اور جب عہ جب عہ



فصل ۱۳

ہیں۔ چونکہ ان کا اختلاف ہیئت طہ ہے اس لیے پتلی تختی میں سے مکمل کر
سمتیوں کے متوازی الاضلاع کے اصول سے ایک واحد شعاع (یا پھسل)
بن جاتے ہیں جس کی حدت

$$ح = \text{جہم عہ جہم عہ} + \text{جہم عہ جہم عہ} + \text{جہم عہ جہم عہ} + \text{جہم عہ جہم عہ}$$

$$= (\text{جہم عہ جہم عہ} + \text{جہم عہ جہم عہ}) - (\text{جہم عہ جہم عہ} + \text{جہم عہ جہم عہ})$$

$$= \text{جہم عہ} - (\text{جہم عہ} - \text{جہم عہ}) - (\text{جہم عہ} - \text{جہم عہ})$$

اگر نیکول ایک دوسرے کے متوازی ہوں تو $e = b$ اور

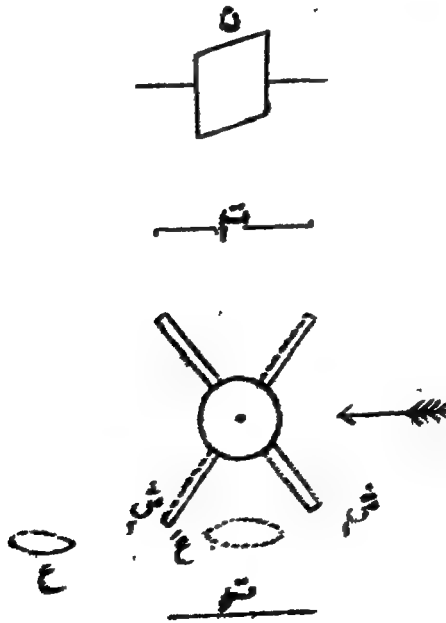
$$c = 1 - \text{جب } e \text{ جب } \frac{1}{4} \text{ طے}$$

اگر نیکول باہم دیگر علی التواء ہوں تو $e = b \pm \frac{\pi}{4}$ اور

$$c = \text{جب } e \text{ جب } \frac{1}{4} \text{ طے}$$

یعنی ان دو وضعوں میں مدیں متمم ہوتی ہیں۔

اب ہم مقطب نور کے تداخل سے متعلق چند آسان تجربے بیان کریں گے جو بغیر کسی دقت کے ہر طالب علم بطور خود کر لے سکتا ہے۔ پیمائش میں چونکہ بڑی باریکی مقصود نہیں ہے اس لیے شکل ۱۷۱ والا نوٹر مہرگ کا مضغف بخوبی استعمال ہو سکتا ہے۔ شکل ۱۷۱ میں اس کو ذرا تبدیل کر کے بطور ڈیاگرام کے



شکل ۱۷۱

پیش کیا جاتا ہے۔ ش، ش شیشہ کی مقطب تختیاں ہیں جو افقی محور پر لگائی جاسکتی ہیں۔ تختی جب وضع ش میں ہوتی ہے تو آسمان کی روشنی (یا اگر ایک لونی نور مقصود ہو تو سوڈیم کے شعلہ کی منتشر روشنی) اس پر تقلیبی زاویہ میں واقع ہو کر بعد انعکاس انتصافاً اوپر کو جاتی ہے اور سوراخدار تختی سے پر جو قلمی تختی رکھی جاتی ہے اس میں سے گزرتی ہوئی مشرح (یا امتحانی) نیکول ن میں داخل ہوتی ہے۔ اگر شیشہ کی تختی وضع ش میں ہو تو قلمی تختی نیچے کے آئینہ سے پر رکھی جاتی ہے اور اسی طرح نور کی پنسل اس کی دو چند موٹائی میں سے گزرتی ہے۔

(۱) متوازی شعاعوں کا تجربہ۔ یہ شامیں جب شیشہ کی تختی

ش سے منعکس ہوتی ہیں تو ڈیگرام کے مستوی میں مقطب ہوتی ہیں قلمی تختی میں داخل ہو کر شعاعیں دو پنسلوں میں منقسم ہوتی ہیں جو باہم دیگر عملی انوار مقطب ہیں۔ رفتاروں کے اختلاف کی وجہ سے قلم کے باہر آنے پر اگرچہ ان میں تفاوت ہیئت واقع ہوتا ہے لیکن چونکہ ان کی تقلیب کے مستوی مختلف ہیں اس لیے ان کے مابین اس وقت تک داخل نہیں ہو سکتا جب تک کہ مشرح نیکول ان کو ایک ہی مستوی میں نہ لائے۔

آنکھ تو قلمی تختی کے اوپر ماسکہ پر لانا چاہیے اور چونکہ اس تختی کی سطح کے مختلف مقامات سے آنے والی پنسلیں پٹی ہوتی ہیں اور تختی آنکھ پر جو زاویہ بناتی ہے وہ چھوٹا ہوتا ہے جو بھی شعاعیں آنکھ میں داخل ہوئی ہیں تختی میں سے عمود وار گزرتی ہیں۔ پس قلمی تختی کی سطح کے ہر نقطہ کے لیے زاویہ تفاوت ہیئت طہ کی قیمت ایک ہی ہوتی ہے۔ اور اگر تنویر ایک لونی ہو تو قلمی تختی یکساں منور نظر آتی ہے۔ اگر واقع نور سفید ہو تو چونکہ زاویہ طہ طول موج کے لحاظ سے بدلتا ہے، سفید نور کے مختلف اجزاء ترکیبی مساوی مقدار میں منتقل نہیں ہوتے ہیں اس لیے تختی رنگین نظر آتی ہے۔ یہ رنگ قلمی تختی کی موٹائی کے تابع ہوتا ہے اور سب سے خالص اس صورت

میں پایا جاتا ہے جبکہ نیکول کے منشور ایک دوسرے کے علی القوائم ہوتے ہیں۔

بلویری فانہ کے ساتھ تجربہ۔ قلمی تختی کی موٹائی کے ساتھ رنگ کی تبدیلی بتانے کے لیے بجائے بالکل یہ متوازی ہیلوؤں والی تختی کے اگر ایک ایسا بلویری فانہ استعمال کیا جائے جس کی اوپر اور نیچے کی سطحوں کے مابین نصف درجہ کا یا اس سے کم زاویہ ہو اور جس کا مناظری محور اس کے ضلعوں کے متوازی ہو تو مشترک نیکول کو [دیکھو شکل ۱۲] علی القوائم وضع میں لاکر اس کے صدر مستوی کے ساتھ فانہ کے محور کو ۵۰° زاویہ پر ٹائل کرنے سے فانہ کا لہول (یعنی اس کا سب سے لمبا ضلع) رنگین بندوں سے کٹا ہوا نظر آئے گا۔ یعنی رنگین دھاریاں فانہ کی بارٹھ کے متوازی دکھائی دینگیں۔

بلور ثبت قلم ہے۔ سوڈیم شعلہ کے لیے اس کے معمولی انعطاف نما صم کی قیمت ۵۴۲° ہے اور غیر معمولی انعطاف نما صم کی قیمت ۵۵۳° ہے۔ ان میں تفاوت ۱۱° ہے۔ ٹول موج کی کمی کے ساتھ یہ تفاوت ضعیف سا بڑھتا جاتا ہے چنانچہ بنفسی نور کے لیے اس کی قیمت ۵۶۲° ہے۔ چونکہ نیکولوں کی علی القوائم وضع میں منقطب نور کی حد $C = \text{جب } ۲^\circ \text{ جب } ۲^\circ$ اور صورت زیر بحث میں $C = ۵۰^\circ$ اس لیے

$$C = \text{جب } ۲^\circ \text{ جب } ۲^\circ$$

اور جس وقت $C = \pi(1 + n^2)$ جس میں n کوئی بھی صحیح عدد ہو

صاف صبح ہو کہ فانہ کا زاویہ بہت چھوٹا ہونے سے نور کی سمت میں ناقابل لحاظ تبدیلی ہوتی ہے لیکن تفاوت ہیئت میں معتد بہ۔

یہ حدت اقل ہو جاتی ہے

پس ضابطہ ط = $\frac{L \pi^2}{\lambda}$ (ہم - مرغ) کی نو سے

$$L = \frac{\lambda}{\left(\frac{1}{\pi} + n\right)}$$

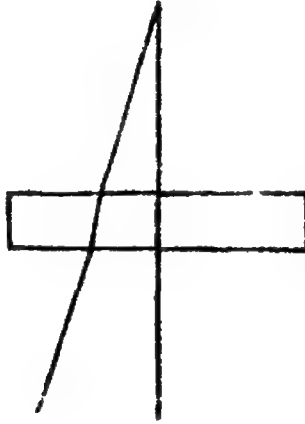
اگر ہر کی تبدیلی بمطابق لہ نظر انداز کر دی جاتی ہے۔ اس سے واضح ہے کہ مختلف رنگوں کی اعظم حدت کے مقام مختلف ہوتے ہیں۔ اگر صورت ہذا میں نور سفید نور کے عوض ایک رنگی نور استعمال کیا جائے تو فائدہ کی بارش کے متوازی اس کے طول کے مساوی وقفوں سے روشن اور تاریک پٹیاں یا بند مشاہدہ ہونگے۔ اگر مشرح نیکول ۹۰ زاویہ میں گھمایا جائے تو جو بند پہلے روشن نظر آتے تھے اب تاریک نظر آئینگے اور جو پہلے تاریک تھے اب روشن۔

اگر مشرح نیکول کی وضع برقرار رکھی جائے اور فائدہ کو ایک کامل گرد دی جائے (یعنی ۳۶۰ درجوں میں گھمایا جائے) تو ظاہر ہے کہ زاویہ ع اور ب کی قیمتوں میں ۲۲ کا اضافہ ہوتا ہے لیکن ان کا درمیانی تفاوت (ع - ب) مستقل رہتا ہے۔ ایسی صورت میں جب کبھی جب ع یا ب کی قیمت صفر ہوتی ہے بند غائب ہو جاتے ہیں۔ یہ عمل فی چکر آٹھ مرتبہ ہوتا ہے۔

مستدق مقطب پنسل کا تجزیہ - شکل ۱۲۱

کے آلہ کو مستدق پنسل کے ساتھ استعمال کرنا ہوتا ہے تو قلمی تختی تختی مت پر رکھی جاتی ہے اور نیکول ن کو نیچے اتار کر اس تختی کے قریب لایا جاتا ہے۔ آسمان سے نور شیشہ کی تختی پر (جوش وضع میں رکھی ہوتی ہے) گر کر قلم میں سے ہوتا ہوا نیکول اور آنکھ میں داخل ہوتا ہے۔ آنکھ آسمان کے مختلف حصوں کو دیکھنے کے لیے ماسک پر لائی جاتی ہے۔

شکل ۱۳۲ میں ع د قلم کا مناظری محور ہے اور آنکھ کا مقام ا ہے۔ سمت د ع ا میں سے آنے والی شعاعوں کے لیے تفاوت ہیئت کا زاویہ ط = صفر۔ د ع ا کے گرد قلم کی سطح پر اگر مختلف قطر کے دائرے کھینچے جائیں اور ان کے ایک ایک محیط میں سے جو شعاعیں مثل ک ق ف ا متعین میلان کی مرکز میں گزریں گے ان کے لیے تفاوت ہیئت ط مستقل ہوگا۔ پس ایک ایک رنگ کا ایک ایک دایہ مشابہ ہوگا۔ اس طرح تبادل نور سے ہر نقطہ پر ایک ہی رنگ والے جو منحنی بنتے ہیں ہم لونی منحنی کہلاتے ہیں۔



شکل ۱۳۲

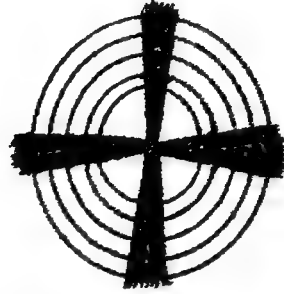
اگر نیکول علی القوائم وضع میں ہو تو نور کی مدت صفر ہوتی ہے جبکہ

جب ط = صفر ہے۔ پس ہم مرکز رنگین دائروں کے اوپر ایک سیاہ ملیب نما شکل بھی تیار ہوگی جس کے منسلک غیلوونی یا بے رنگ منحنی کہلاتے ہیں۔ واضح نور جب ایک لونی ہوتا ہے تو ہم مرکز دائرے بجائے زمین ہونے کے علی الترتیب روشن اور تاریک دکھائی دینگے (دیکھو شکل ۱۳۳) جو ایک لونی پنسل کے تماثل سے

متعلق ہے۔ اگر نیکولن متوازی وضع میں رکھا جاتا ہو تو شکل ۱۲۲ متشابه ہوگی جو شکل ۱۲۳ کی قسم ہے۔



شکل ۱۲۲



شکل ۱۲۳

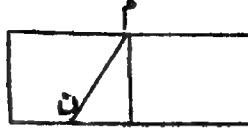
قلبی تختی کو شکل ۱۲۱ میں آئینہ تہہ پر رکھ کر بھی مستقیم نسل کے متداخل کا تجربہ کیا جاسکتا ہے۔ اس کے لیے شیشہ کی تختی کو وضع شدہ میں پھیرنے کی ضرورت ہوتی ہے اور نیز عدسہ کو وضع غ میں رکھ کر تہہ کے اوپر ماسکہ پر لانا ہوتا ہے۔

ایک محوری قلموں کی ہم لونی سطحیں۔ فرض کو کہ مبداء م جس سے نکل کر نور پھیلتا ہے (شکل ۱۲۴) قلم کی سطح ہی پر واقع ہے۔

معمولی اور غیر معمولی شاموں سے متعلق موجوں کو م سے نکل کر ن تک جانے کے لیے علی الترتیب $\frac{m}{s}$ اور $\frac{m}{s}$ وقت صرف ہوتا ہے

اس لیے تفاوت وقت

$$و - و = \left(\frac{1}{s} - \frac{1}{s} \right) m$$



شکل ۱۲۵

اور تفاوتِ ہیئت = $\frac{\pi^2}{و - م} = \frac{\pi^2}{و} - \frac{\pi^2}{م} = \frac{\pi^2}{و} - \frac{\pi^2}{م} = \frac{\pi^2}{و} - \frac{\pi^2}{م}$ (سرخ) م ن
 جس میں و بیضا کہ پہلے ذکر آچکا ہے وقت دوران ہے۔ م سرخ
 قلم کے اندر موجی سطح نصف قطرب کے ایک کُرہ اور ایک کُرہ کا
 پرستل ہے جس کا گوبنی منحنی قطع ناقص $لا^2 + ما^2 = لب^2$ ہے۔
 اگر اس منحنی کا ایک نیم قطر سستی س ہو تو رفتار سرخ متناسب
 ہے ب کے اور سرخ متناسب ہے س کے۔ پس موٹائی ل کے
 لیے تفاوتِ ہیئت کا زاویہ

$$\frac{ل}{س} = \frac{ل}{ب} - \frac{ل}{س} = \frac{ل}{س} - \frac{ل}{س} = \frac{ل}{س} - \frac{ل}{س}$$

اگر قطع ناقص کی مساوات

$$م م لا + م م ما = ا لکھی جائے$$

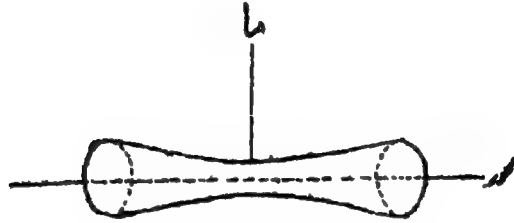
$$\frac{ل}{س} = م م جم ط + م م جب ط$$

جب اس مساوات کو ط والی مساوات کے ساتھ ترکیب دیتے ہیں تو

$$\frac{ل}{س} = \left(\frac{ط}{س} - م م \right) حاصل ہوتی ہے۔$$

$$\therefore \left(\frac{ط}{س} - م م \right) = م م جم ط + م م جب ط$$

$$(ط - ل صم) = صم لآ + صم مآ$$



شکل ۱۲۶

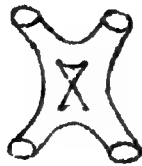
اور چونکہ $ل = لآ + مآ$ اس لیے

$$\{ (صم - صم) مآ - ط مآ \} = صم مآ (لا + مآ)$$

جو متداخل نور کی ہم لونی سطح کے تکوینی مسخنی کی مساوات ہے۔ اس مسخنی کو منافی محور کے گرد گھمانے سے ہم لونی سطح (Isochromatic surface)

حاصل ہوتی ہے۔ شکل ۱۲۶ میں اس کی عام صورت بتائی گئی ہے۔ منافی محور کے علی القوالم کافی ہونی قلمی تختی کے ساتھ سطح مذکور کی تراشیں دائرے ہوتے ہیں اور محور کے متوازی کافی ہونی تختی کے ساتھ اس سطح کی تراشیں قطع زائد۔

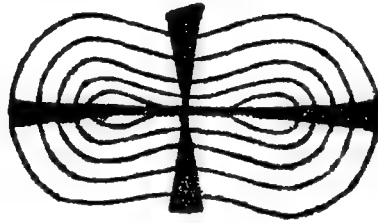
دو محوری قلموں میں مقطب نور کی پنسلوں کا تدا



شکل ۱۲۷

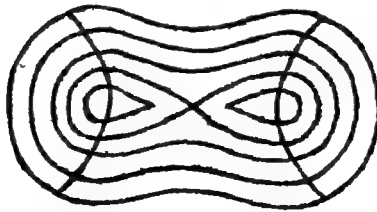
دو محوری قلموں کی ہم لونی سطح شکل ۱۲۷ میں بتائی گئی ہے۔ قلم کی تراش اگر محوروں کے مستوی کے متوازی ہو تو قطع زائد کے مشابہ مسخنی حاصل ہوتے ہیں۔ اگر قلم اس طرح تراشی جائے کہ منافی محوروں کے درمیان فی زاویہ کا منصف

اس کی سطحوں کے علی القوائم ہو اور اس کے اندر سے ایک بونی نور کی مستقیم پنسل گزرے تو جب مقطب اور مشرح نیکولوں کی وضع باہم دیگر علی القوائم ہوتی ہے تو تداخل کی روشن اور تاریک دھاریاں ایٹیرنوں (Lemniscates) کے خاندان کے مشابہ ہوتی ہیں۔ جب قلم کے منافی محوروں کا مستوی کسی ایک نیکول کے صدر مستوی کے متوازی ہوتا ہے تو ایٹیرنوں کے ساتھ ایک صلیبی شکل بھی مشاہدہ ہوتی ہے جس کا ایک پہلو ایٹیرنوں کی آنکھوں میں سے گزرتا ہے۔ دیکھو شکل ۱۲۸۔



شکل ۱۲۸

قلم کے محوروں کا مستوی جب نیکولوں کے صدر مستویوں کے ساتھ ۵۰° پر مائل ہوتا ہے تو ایٹیرنوں کے ساتھ دو قطبے نظر آتے ہیں جو ان کی آنکھوں میں سے گزرتے ہیں۔ دیکھو شکل ۱۲۹۔



شکل ۱۲۹

قلم کے محوروں کے درمیانی زاویہ کی تپش کے

ساتھ تبدیلی۔ بعض دو محوری قلموں کو گرم کرنے سے ان کا درمیانی زاویہ تپش کی زیادتی کے ساتھ گھٹتا جاتا ہے حتیٰ کہ ایک تپش پر پہنچ کر قلم (زاویہ کے صفر ہو جانے کی وجہ سے) ایک محوری ہو جاتا ہے۔ بعض ان نظام نیکو لوں کے مابین سلیمیناٹ (selinite) کی ایک پتلی قلم کو جو برقی وضع میں تراشی گئی ہو رکھ کر بتدریج گرم کرنے سے ایٹروں کے حلقے آہستہ آہستہ ایک دوسرے میں غلط ہوتے جاتے ہیں حتیٰ کہ ایک تپش پر وہ بالکل ہم مرکز دائرے بن جاتے ہیں اور صلیب کے ضلعوں کا نقطہ تقاطع دائروں کے مرکز کے ساتھ منطبق ہو جاتا ہے۔ اگر تپش اور بڑھائی جائے تو قلم کے محور اپنے درمیانی زاویہ کے سبب متصف کو عبور کرتے ہیں اور ان کے ابھی میل کا زاویہ بڑھتا جاتا ہے۔ اسی طرح دائروں کی شکل کمر ایٹروں میں تبدیل ہو جاتی ہے۔

نقلی اشیاء میں جلی خساد یا بگاڑ کے ذریعہ

دُشیلے انعطاف کی پیدائش۔ اگر معمولی شیشہ کی تختی کو شکوہ میں رکھ کر آہستہ آہستہ دبائیں اور اس حالت میں اس کو علی التوا تم منسوب کر کے مابین رکھ کر دیکھیں تو متاخر نور کی شکلیں فوراً مشاہدہ ہونگی۔ دباؤ پر خالصت ہو جانے پر فساد باقی نہیں رہیگا اور اس طرح تختی دوبارہ اپنی ایک انعطافی حالت اختیار کرے گی۔

بجائے جلی ذرائع کے شیشہ کو اچانک گرم کر کے بھی خساد کی حالت میں لاسکتے ہیں۔ جیسا کہ روپرت کے قطروں (Rupert's drops) کے ساتھ تجربہ کرنے سے معلوم ہو سکیگا۔

قلم کے مناظری محوروں کا انتشار (diapersion)۔

پس ان آخری دو مساواتوں کے بید سے اور بائیں جانب کے جملوں کے مریجوں کو جمع کرنے سے

$$1 = (ج جب ضہ - ب - مم ضہ) + (ب - ب) = 1$$

$$\text{یعنی } ب - ب = ۲ - ۲ + ۲ = ۱$$

یہ مساوات ایک قطع ناقص کو تعبیر کرتی ہے چونکہ اس کے میدے جانب کے جملہ کو جب صفر کے مساوی لکھا جاتا ہے تو خطوط مستقیم حاصل ہوتے ہیں جو متقاربوں کے متوازی ہیں اس لیے اس منحنی کے متقارب خیالی ہیں۔
پس واضح رہے کہ عرضی ارتعاش کی علم ترین موج ناقصی مقطب تصور کی جاسکتی ہے اگر ما اور سے کے محور ناقص کے محور اعظم اور محور اقل کے متوازی قرار دیے جائیں تو یہ اور طہ کے حاصل ضرب کی رقم خارج ہو جاتی ہے۔ اور چونکہ ب اور ج ہمیشہ محدود ہوتے ہیں یہ صرف اسی صورت میں ممکن ہے جبکہ جم ضہ صفر ہے یعنی ضہ = $\pm \frac{\pi}{2}$ ۔ اس لیے ناقصی مقطب موج کی مساوات میں ناقص کے اعظم و اقل محوروں کے حوالہ سے

$$۱ = ب جب ب - ب = ۲ - ۲ + ۲ = ۱$$

لکھی جاسکتی ہیں۔

اگر دوسری مساوات میں مثبت علامت لی جائے تو آینوالی موج کی طرف رخ کر کے مشاہدہ کرنے والے کو ارتعاش کرنے والا ذرہ قطع ناقص میں ہوائی سمت ساعت حرکت کرتا نظر آئے گا۔ اور اس لحاظ سے ہم اس ناقص کو عینی ناقص کہہ سکتے ہیں۔ اور اگر منفی علامت لی جائے تو ذرہ مخالف سمت ساعت حرکت کرتا نظر آئے گا اور ناقص یساری کہلائیگا۔

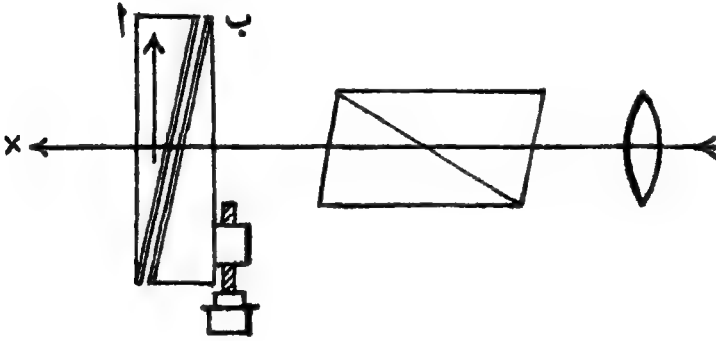
دراصل ایک ب = ج ناقص دائرہ میں تبدیل ہو جائیگا اور بلحاظ علامت (مثبت یا منفی) موج علی الترتیب عینی دائری مقطب یا یساری دائری مقطب

کہلائیگی -

مقطب نور کی نوعیت کا امتحان - مقطب نور یا تو

خالصاً مستوی مقطب ہوگا یا دائری یا ناقصی مقطب یا ان کا آمیزہ - اگر ناقصی مقطب ہوگا تو ناقص کے محوروں کی سمتیں اور ان کے طولوں کی باہمی نسبت دریافت کرنی ہوگی - اس تحقیق کے لیے یا تو بابینے کا معاوض (Babinet's compensator) استعمال کیا جاتا ہے

یا ربع موجی تختی (Quarter wave plate) شکل ۱۳ میں اول الذکر آلہ کی سادہ ترین قسم اب دکھائی گئی ہے جو چھوٹے مساوی زاویوں کے دو بلوری فائوں پر مشتمل ہے - ان میں سے ایک فائد ثابت ہے اور دوسرا ب ایک خردہ پیمائچ کے ذریعہ ا کے بازو سے آگے یا پیچھے کو ہٹایا جاسکتا ہے - جس کی وجہ سے معاوض گویا تغیر پذیر موٹائی والی متوازی پہلوؤں کی تختی تصور ہو سکتا ہے - ثابت فائد ا اس طرح تراشا گیا ہے کہ



شکل ۱۳

قلم کا مناظری محور صفحہ کے مستوی میں (تیر کی سمت میں) ہے - حرکت پذیر فائد ب میں قلم کا مناظری محور صفحہ کے مستوی کے علی القوائم ہے - نور کی متوازی پنسل

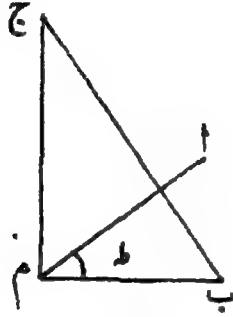
جب معاوض پر عمود واقع ہوتے ہوئے ۱ میں سے داخل ہوتی ہے تو اس کی دو پنسلوں میں تقسیم ہوتی ہے جن میں سے ایک پنسل صفحہ کے مستوی میں مقطب ہوتی ہے اور دوسری ان کے علی القوائم مستوی میں۔ اول الذکر پنسل فائدہ ۱ میں بہ نسبت دوسری پنسل کے زیادہ سرعت سے گزرتی ہے اور اس لیے اس کی ہیئت میں بمقابل دوسری پنسل کی ہیئت کے ابٹا واقع ہوتا ہے۔ جب وہ فائدہ ۱ میں سے گزرتی ہے تو اس کی رفتار دوسری پنسل کی رفتار کی بہ نسبت کمتر ہوتی ہے اس لیے اب اس کی ہیئت میں بمقابل دوسری کی ہیئت کے اسراع واقع ہوتا ہے۔ جہاں دونوں فانوں کی موٹائی مساوی ہوتی ہے وہاں یہ ابٹا و اسراع ہیئت مساوی ہونے کی وجہ سے ایک دوسرے کو تلف کر دیتے ہیں۔ اس لیے دونوں پنسلیں معاوض میں سے ایک ہی ہیئت میں خارج ہوتی ہیں۔ معاوض کے اس مقام کے دونوں جانب اس کے فاصلہ کی مناسبت سے ہیئت کا تفاوت پیدا ہوتا ہے۔ فانوں کے سامنے صلیبی تار جمائے جاتے ہیں اور اس کے چھپے ایک امتحانی یا شترج نیکول اہد چشمہ ہوتا ہے۔ چشمہ کو نیکول میں سے تاروں کے اوپر اسکر پر لایا جاتا ہے۔ استعمال سے پہلے معاوض کی تعمیر کی جانی چاہیے یعنی حودہ پیمائش کے مقروؤں کو مستعملہ نور کے طول موج کی رقموں میں تحول کرنا چاہیے۔ اس کے لیے آلہ کے اندر مستوی مقطب نور کی ایک ایسی پنسل داخل کی جاتی ہے جس کا مستوی دونوں فانوں کے محوروں کے ساتھ تقریباً ۵۴° زاویہ پر مائل ہے۔ جہاں ان فانوں سے صفر یا ۲۲ کی ضعف کا تفاوت ہیئت پیدا ہوتا ہے وہاں یہ نور اسی مستوی میں مستوی مقطب ہوتا ہے۔ کسی اور جگہ اس مستوی میں مقطب نہیں ہوتا۔ پس معاوض کو نکال کر شترج نیکول کو جب ایسی وضع میں گھما کر رکھتے ہیں جس سے واقع نور بچھ جاتا ہے اور پھر اس کے بعد معاوض کو اپنی جگہ رکھ دیتے ہیں تو جن مقامات پر فائدہ شے کے کنارے کے متوازی سیاہ بند دکھائی دیں وہاں تفاوت ہیئت ۲۲ کی ضعف ہوگا۔ اب حودہ پیمائش کے ذریعہ

معاوض کے حرکت پذیر فائدہ کو ٹھیک ایسی وضع میں لاتے ہیں کہ ان سیاہ بندوں میں سے ایک بند صلیبی تاروں پر آجائے۔ پیچ کا نشان پڑھ لیا جاتا ہے۔ اس کے بعد پیچ کو ایک ہی سمت میں آہستہ آہستہ گھماتے ہیں یہاں تک کہ سابقہ سیاہ بند کے بعد ہی کا دوسرا بند صلیبی تاروں پر آجائے۔ پیچ کا یہ نشان بھی پڑھ لیا جاتا ہے۔ دونوں نشانوں کا تفاوت ہیئتوں کے تفاوت کا متناظر ہوگا۔

یہ معلوم کرنے کے لیے کہ صفر تفاوت ہیئت والا کون سا سیاہ بند ہے (یعنی وہ مقام کونسا ہے جہاں دونوں فائدے مساوی ہوتے ہیں) معاوض کو بجائے یک لونی نور کے سفید نور سے روشن کرنا ہوتا ہے۔ ایسی حالت میں صرف صفر تفاوت ہیئت والا بند سیاہ نظر آئیگا چونکہ سفید نور کے مختلف طول موج کے اجزاء کے دوسرے سیاہ بندوں کے مقام مختلف ہونگے اس لیے دوسرے بند رنگین نظر آئیں گے۔

دی ہوئی پنسل کی نوعیت تقطیب دریافت کرنے کے لیے پہلے یہ دیکھ لینا چاہیے کہ آیا پنسل مشرح نیکول سے بچھ سکتی ہے۔ (۱) اگر بچھ سکتی ہے تو واضح ہے کہ وہ مستوی مقطب ہے اور اس کی تقطیب کا مستوی مشرح نیکول کے صدر مستوی کے متوازی ہے (یعنی نیکول کے سرے کی سطح کے چھوٹے وتر کے متوازی)۔ (۲) اگر پنسل اکیلے نیکول ہی سے بچھ نہیں سکتی تو معاوض کو اس کی جگہ پر رکھ کر ایسی وضع میں لانا چاہیے کہ چاروں طرف کا تفاوت ہیئت پیدا ہو۔ پھر اس کو خط نظر کے گرد گھمانا چاہیے حتیٰ کہ ایک سیاہ بند صلیبی تاروں پر آجائے۔ اس کے بعد مشرح نیکول کو ٹھیک وضع میں لانا ہوتا ہے تاکہ یہ بند جتنا بھی سیاہ نظر آئے نظر آئے۔ یعنی نور کا اتلاف صلیبی تاروں پر مکمل ہو جائے۔ ناقصی مقطب نور کے ضابطہ سے ظاہر ہے کہ معاوض کے دونوں بلوری خانوں کی صدر تراشوں کی سمتیں اب ناقصی ارتعاش کے اعظم و اقل محوروں کو تعبیر کرتی ہیں۔ لہذا اگر مشرح نیکول کی صدر تراش م ۱ (دیکھو شکل ۱۳۱) ایک بلوری خانہ کی صدر تراش م ۲ کے ساتھ زواہ طہ بناتی ہے تو نور معاوض میں

نکلنے پر اس کے ارتعاش کی سمت م ا کے علی القوائم سمت ب ج میں ہوگی



شکل ۱۳۱

(کیونکہ عام طور پر فرض کیا جاتا ہے کہ مقطب نور میں ارتعاش کی سمت تقطیب کے
مستوی کے علی القوائم ہوتی ہے)۔ پس مقطب نور کے اقص کے محوروں کی نسبت
م ب
م ج

فائدہ کی صدر تراش م ب کے ساتھ زاویہ ط پر مائل ہے تو
ارتعاشی ناقص کے محور کا طول م ب کے متوازی

م ط = ارتعاشی ناقص کے محور کا طول م ب کے علی القوائم
زاویہ ط جب ۴۵ ہوتا ہے نور کی تقطیب دائری ہوتی ہے۔ آسانی معلوم ہو جاتا ہے
کہ مشرح نیکول کی صدر تراش ک ب م یا م ج کے متوازی ہوتی ہے کیونکہ
ایسی صورت میں تداخل کے بند غائب ہو جاتے ہیں۔

رُبع موجی تختی، ابرق یا بلور کی ایک متوازی پہلوؤں کی تختی ہوتی

ہے۔ وہ اتنی موٹی ہوتی ہے کہ معمولی اور غیر معمولی نیسلین جب اس میں سے عموداً
گزر جاتی ہیں تو ان کے مابین لے کا ہیئت تنافوت واقع ہوتا ہے۔ یہ تختی بھی
بابینے (Babinet) کے معاوض کی جگہ استعمال کی جاسکتی ہے۔ لیکن

صرف ایک طول موج کے نور (عموماً سوڈیم کے زر و خط) کے ساتھ کسی دوسرے طول کی موج کے لیے واضح ہے کہ تختی کی موٹائی مختلف ہوگی۔

جزوی مقطب نور کی پہچان۔ اگر معمولی طبعی یعنی غیر مقطب نور

کے ساتھ مستوی دائری یا ناقصی مقطب نور شامل ہو تو وہ باہمی کے مساوی اور مشرح نیکول کے ذریعہ بچھایا نہیں جاسکتا۔ البتہ یہ معلوم ہو سکتا ہے کہ نور کی حدت کس وضع میں اقل ہوتی ہے اور نور کا تقریباً کتنا حصہ مقطب ہے۔ آسمان جس نور سے منور نظر آتا ہے جزوی طور پر مستوی مقطب ہے۔ چنانچہ دن کے وقت نور مہرگ کے آلے کے ذریعہ اس کی باسانی تصدیق ہو سکتی ہے۔ لیکن ساوار (Savart) کا مقطب نما اس کام کے لیے زیادہ موزوں ہے۔ یہ آلہ بلور کی پتلی تختی کو جس کی سطحیں مناظری محور کے ساتھ ۹۰° پر مائل ہوں دو مساوی حصوں میں تراش کر بنایا جاتا ہے۔ تختی کے دونوں حصے ایک پر ایک رکھ کر اس طرح جوڑے جاتے ہیں کہ ان کی صدر تراشیں باہم لگ کر علی التوآم ہیں۔ پھر ان کو ایک نلی کے اندر نیکول کے مشرح کے سامنے ایسی وضع میں استادہ کیا جاتا ہے کہ ان کی صدر تراشوں کے درمیانی زاویہ کا منصف نیکول کی صدر تراشوں کے متوازی ہے۔

جب مستوی مقطب نور کے کسی مبداء کی طرف اس قطبیت نما کا رخ کر کے دیکھتے ہیں تو وہی کیفیت مشاہدہ ہوتی ہے جو دو میکولوں کے بیچ میں قلعی تختی رکھ کر مستق نور کی شیل کا معائنہ کرنے سے پیدا ہوتی ہے۔ مداخل نور کی تشکیلیں سیدھی دھاریاں ہوتی ہیں جو صدر تراشوں کے درمیانی زاویہ کے منصف کے متوازی ہوتی ہیں۔ جب واقع نور کی قطبیت کا مستوی منصف کے متوازی ہوتا ہے تو یہ دھاریاں واضح ترین نظر آتی ہیں۔ واقع نور جب سفید ہوتا ہے تو ظاہر ہے کہ دھاریاں رنگین ہونگی۔

اگر مستوی مقطب نور طبعی نور کے ساتھ ملا ہوا ہو تو داخلی دھاریوں کے اوپر کیساں تنویر بھی رونما ہوگی جس کی وجہ سے دھاریاں مدہم نظر آئیں گی۔ تاہم

اس کی مقدار درجہ دار دائرہ پر پڑھ لی جاسکتی ہے۔ نئی ن مناظری حامل محلول سے بھر کر سہم میں سہووں کے بیچ میں رکھی جاتی ہے۔ مبداء پر نوڈ سوڈیم کا شعلہ ہوتا ہے۔ سہوہ میں کے پیچھے محدب عدسہ ع اتنے فاصلہ پر رکھا جاتا ہے کہ مناظری حامل شے کی موجودگی میں اس کا خیال سہوہ سہم پر منطبق



نمک ۱۳۲

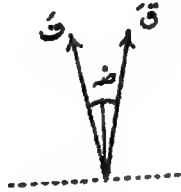
ہوتا ہے۔ د ایک چھوٹی ہستی دور بین سے جو نیکول ق کے کنارہ پر فوکس کی جاتی ہے یعنی ماسک پر لائی جاتی ہے۔

جب اس دور بین میں سے دیکھتے ہیں تو میدان نظر عموماً دو غیر مساوی روشن نصف دائروں میں منقسم نظر آتا ہے جن کے بیچ میں ایک تیز خط حائل ہوتا ہے (دیکھو شکل ۱۳۳)۔ یہ خط نیکولی منشور ق کے سرے کا خیال ہے۔ میدان نظر میں خط کے ایک جانب کا حصہ ف اور ق منشوروں میں سے گزرنے والے نور سے روشن ہے اور دوسری جانب کا حصہ اکیلے ف میں سے گزرنے والے نور سے ف اور ق کے صدر مستوی ایک دوسرے کے ساتھ ایک چھوٹے زاویہ منہ پر آئل ہیں۔ شکل ۱۳۴ میں ان کو ف اور ق تیروں سے تعبیر کیا گیا ہے۔ جب مشرّح کا صدر مستوی ف کے علی القوائم ہوتا ہے تو میدان نظر کا ایک نصف حصہ سیاہ ہوتا ہے۔ اور جب ق کے علی القوائم ہوتا ہے تو دوسرا نصف حصہ سیاہ ہوتا ہے۔ مشرّح کو جب پہلی وضع سے اٹھا کر دوسری وضع میں لاتے ہیں تو سیاہ نصف حصہ کی تنویر صفر سے لکل کر بہت جلد بڑھ جاتی ہے اور اس کے ساتھ ساتھ روشن حصہ کی تنویر گھٹ کر بہت جلد صفر ہو جاتی ہے۔

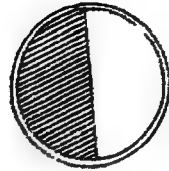
پس ان دو وضعوں کے مابین ایک ایسی وضع ضرور ہوتی ہے جس میں دونوں



شکل ۱۳۵



شکل ۱۳۴



شکل ۱۳۳

نصف حصوں کی تنویر مساوی ہے۔ یہ وہ وضع ہے جبکہ مشرح کا صدر مستوی ق^۱ اور ق^۲ کے درمیانی زاویہ منہ کے منقٹ کے علی القوائم ہے شکل ۱۳۳ میں یہ وضع نقطہ دار خط کے ذریعہ ظاہر کی گئی ہے۔ مشرح کو گھا کر اسی وضع میں لاتے ہیں تاکہ میدان نظر کیساں روشن نظر آئے۔

پتخ کا ایک سہ مشوری تقطیب پیمائی استعمال ہوتا ہے جس میں دو چھوٹے نیکول جن کے صدر مستوی متوازی ہوتے ہیں ایک بڑے نیکول کے سامنے رکھے جاتے ہیں۔ اس طرح میدان نظر کی تین حصوں میں تقسیم ہوتی ہے۔ دیکھو شکل ۱۳۵۔ بیچ کا حصہ بڑے نیکول میں سے آنے والے نور سے منور ہوتا ہے اور بازوؤں کے دو حصے ایک ایک چھوٹے نیکول میں سے آنے والے نور سے۔ یہ بازو والے حصے مساوی روشن ہوتے ہیں۔

دو مشوری آلہ میں یہ نقص ہے کہ آنکھ اگر آلہ کے محور سے ہٹ جائے تو میدان نظر کے نصف حصے مشرح نیکول کی غلط وضع میں مساوی روشن نظر آتے ہیں۔ سہ مشوری آلہ میں یہ صورت نہیں پیدا ہوتی اس لیے وہ زیادہ باریکی کی پیمائشوں میں متعل ہوتا ہے۔

سوڈیم کا شعلہ جمیا کرنے کا آسان ترین طریقہ یہ ہے کہ منہ مشعل کے منہ پر پلاٹینم تار کے حلقہ میں سوڈیم بائی کاربونیٹ کا ایک منکا رکھ دیا جائے جب مشرح نیکول سوڈیم کے نور کو بھادیتا ہے تو منہ مشعل کی پیرامونی نیکی رنگت

فوکس کی جاتی ہے۔



شکل ۱۳۷

اگر محلول تقطیب کے مستوی کو سیدھے جانب پھیر دیتا ہے تو حرکت پذیر فانہ کو بیچ کے ذریعہ گھما کر کمر حتماس رنگ پیدا کیا جاتا ہے۔ اور اگر بائیں جانب پھیرتا ہے تو اس فانہ کو الٹی طرف گھما کر حتماس رنگ واپس لایا جاتا ہے۔ یہاں سے نشان پڑھ کر زاویہ تحویل دریافت کر لیا جاتا ہے اس لیے کہ پہلے ہی سے اس کی تصویر کی ہوئی ہوتی ہے۔

محولانہ تقطیب کے متعلق فرینیل (Fresnel) کا

نظر یہاں۔ فرینیل نے سب سے پہلے محولانہ تقطیب (یعنی مناظری عامل اشیاء میں مقطب نور کی تقطیب کے مستوی کی تحویل) کی اس طرح توجیہ کی کہ مستوی مقطب نور کی پنسل جب ان اشیاء کے اندر داخل ہوتی ہے تو دو ضخیم سے مختلف رفتاروں کی دائری مقطب موجوں میں منقسم ہو جاتی ہے۔ جیسا کہ مندرجہ ذیل مساواتوں پر غور کرنے سے معلوم ہوگا:۔

$$(۱) \text{ یہ } = \text{اجب } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\omega}{\omega_0} - 1 \right) \text{ ضم } = \text{اجم } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\omega}{\omega_0} - 1 \right)$$

ایک دائری مقطب یعنی موج کی مساواتیں ہیں جو سمت لائیں رفتار سہم کے ساتھ حرکت کرتی ہے۔ اس کا محیط ارتعاش اور ذرات کا وقت دوران ہے۔

$$(۲) \text{ یہ } = \text{اجب } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\omega}{\omega_0} - 1 \right) \text{ ضم } = \text{اجم } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{\omega}{\omega_0} - 1 \right)$$

ایک دوسری دائری مقطب موج کی مساواتیں ہیں جس میں ذرات کی حرکت پیاری ہے اور اسی سمت لا میں رفتار سر کے ساتھ (جو سمت سے خفیف سی مختلف ہے) حرکت کرتی ہے۔ اس کا محیط ارتعاش اور وقت دوران وہی ہے جو پہلی موج کا ہے۔

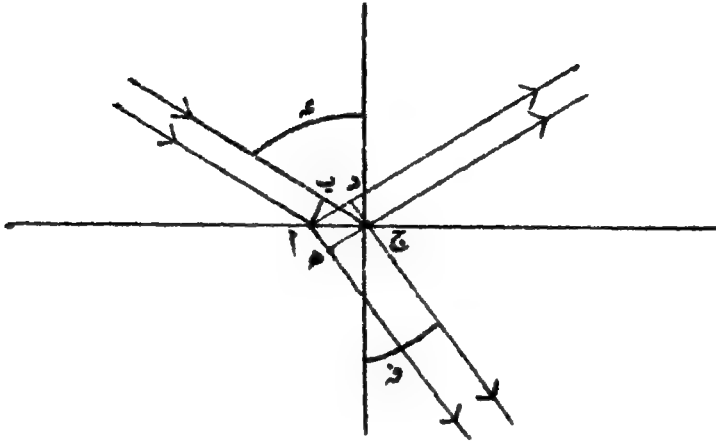
جب یہ دونوں موجیں ایک دوسرے پر منطبق کی جاتی ہیں تو

$$\begin{aligned} y &= y_1 + y_2 = \left[\text{جب } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{y}{\frac{1}{\sigma_1}} - \frac{y}{\frac{1}{\sigma_2}} \right) \right] \\ &= \left[\text{جب } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{y}{\frac{1}{\sigma_1}} + \frac{y}{\frac{1}{\sigma_2}} \right) \right] \left\{ \text{جم } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{1}{\sigma_1} - \frac{1}{\sigma_2} \right) \right\} \\ \text{اور ضہ} &= \text{ضمہ} + \text{ضمہ} = \left[\text{جم } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{y}{\frac{1}{\sigma_1}} - \frac{y}{\frac{1}{\sigma_2}} \right) \right] \left\{ \text{جب } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{1}{\sigma_1} + \frac{1}{\sigma_2} \right) \right\} \\ &= \left[\text{جم } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{1}{\sigma_1} - \frac{1}{\sigma_2} \right) \right] \left\{ \text{جب } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{1}{\sigma_1} + \frac{1}{\sigma_2} \right) \right\} \\ \text{جس سے مساوات پیہ} &= \text{مم } \frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{1}{\sigma_1} - \frac{1}{\sigma_2} \right) \text{ حاصل ہوتی ہے۔} \\ \text{جیسے جیسے لا کی قیمت بڑھتی ہے مندرجہ بالا نسبت عام اتمام چاروں} \\ \text{مربع دائروں میں گھوم جاتی ہے اور اس کی گردش فاصلہ} &= \frac{\omega^2}{\sigma_1^2 - \sigma_2^2} \text{ میں} \\ \text{کمل ہوتی ہے۔} \end{aligned}$$

پس ان دو دائری مقطب موجوں کی ترکیب سے ایک مستوی مقطب موج بنتی ہے جس کا محیط ارتعاش ۲ ہوتا ہے اور جس کی تقییب کا مستوی جیسے جیسے موج آگے کو بڑھتی ہے یکساں رفتار کے ساتھ گردش کرتا ہے۔

ایک سنتی میٹر فاصلہ میں وہ $\frac{\pi^2}{\omega} \left(\frac{1}{\sigma_1} - \frac{1}{\sigma_2} \right)$ نیمقطروں میں گھوم جاتا ہے۔ واضح ہے کہ جب دونوں دائری مقطب موجوں کی رفتاریں بالکل مساوی ہوتی ہیں تو $\sigma_1 = \sigma_2$ اور حاصل موج کی تقییب کا مستوی ثابت رہتا ہے یعنی گردش نہیں کرتا۔

مستوی فرض کرو۔ ان دونوں مستویوں کے بیچ میں نور کی پٹیلوں کی توانائی



شکل ۱۳۹

حسب ذیل ہوگی :-

واقع پٹیل کے طول ہا سمر کی توانائی ∞ شم $\frac{1}{\text{ہا}}$ س (ا ب)
 منعکس پٹیل س شم $\frac{1}{\text{ہا}}$ س (ج د)
 منعطف پٹیل س شم $\frac{1}{\text{ہا}}$ س (ج ہ)
 اگر زاویہ وقوع θ ہو تو زاویہ انعکاس بھی θ ہوگا۔ فرض کرو زاویہ انعطاف ϕ ہے۔

چونکہ ا ب = ج د = ا ج جم θ اور ج ہ = ا ج جم ϕ
 اس لیے بقا توانائی کے اصول سے

شم $\frac{1}{\text{ہا}}$ س (ا ج) جم θ = شم $\frac{1}{\text{ہا}}$ س (ج ہ) جم ϕ + شم $\frac{1}{\text{ہا}}$ س (ا ج) جم ϕ

چونکہ $\frac{1}{\text{ہا}}$ س (ا ج) جم θ = شم $\frac{1}{\text{ہا}}$ س (ج ہ) جم ϕ + شم $\frac{1}{\text{ہا}}$ س (ا ج) جم ϕ

اگر اوپر کے واسطے سے نیچے کے واسطے میں نور کا انعطاف نما θ ہو $\frac{1}{\text{ہا}}$ س = $\frac{1}{\text{ہا}}$ س

$$\text{پس } \frac{\text{شہ } \text{سہ}}{\text{شہ } \text{سہ}} = \frac{\text{سہ}}{\text{سہ}} = \frac{1}{\text{مر}} = \frac{\text{جب } \text{فہ}}{\text{جب } \text{فہ}}$$

لہذا بقاء توانائی والی مساوات تویض کرنے سے

$$(1 - 2) \text{ ب } 2 \text{ جم } \text{سہ} \text{ جب } \text{فہ} = \text{ج } 2 \text{ جم } \text{فہ}$$

یعنی $(1 - 2) \text{ ب } 2 = \text{ج } 2 \text{ مس } \text{سہ} \text{ فہ} \dots\dots\dots (1)$
 ب 2 ج دو غیسر معلوم مقادیر ہیں۔ ان کی تعیین اس کی رقموں میں ہو سکتی ہے اگر مساوات (1) کے علاوہ ایک دوسری مساوات ان مقادیر کے باہمی ربط کو ظاہر کر سکے۔ فرینیل نے دیکھا کہ دونوں واسطوں کی فاصل سطح کے دو انتہا درجہ قریب کے نقطوں پر جو اس سطح کے ایک دوسرے کے مقابل جانبوں پر واقع ہوں نقل مکان کے (سطح کے متوازی) اجزاء ترکیبی باہد گیر مساوی ہونے چاہئیں ورنہ سطح کے مقابل جانبوں کے اتھار کے ذرات ایک دوسرے پر سے پھسل جائینگے۔ اسی اصول کو پیش نظر رکھ کر ایک دوسری مساوات حاصل کی جاسکتی ہے۔ اس مساوات کے اخذ کرنے میں ہم یہ فرض کریں گے کہ واقعہ موجیں جو وقوع کے مستوی میں مرتعش ہوتی ہیں اسی مستوی میں ارتعاش کرنے والی منعکس اور منعطف موجیں پیدا کرتی ہیں۔ اسی طرح وقوع کے مستوی کے علی القوائم ارتعاش کرنے والی موجیں اسے انعکاس و انعطاف سے صرف وہی موجیں پیدا ہوتی ہیں جو اس علی القوائم مستوی میں مرتعش ہیں۔ لہذا انعکاس و انعطاف کے وقت سوائے تبدیلی علامت والے اختلاف ہیئت کے یعنی π کے کوئی اور اختلاف ہیئت پیدا نہیں ہوتا۔

نور کی پھسل اگر وقوع کے مستوی میں مقطب ہو تو واقع منعکس اور منعطف ناصبیہ ہائے موج کے ارتعاش اس کے علی القوائم مستوی میں ہونگے پس فاصل سطح کے مین اوپر نقل مکان (1 + 2) ب 2 ہے اور اس کے مین نیچے ج

لہذا $1 + b = c$ (۲)

پہلی مساوات کو دوسری پر تقسیم کرنے سے $1 - b = c$ مس عم فہ (۳)

مساوات (۲) اور (۳) کو جمع کرنے سے $1 = c$ (۱ + مس عم فہ)

$c = \frac{\text{جم عم جب فہ}}{\text{جم عم جب فہ}}$

∴ $c = \frac{1 + \text{جم عم جب فہ}}{\text{جم عم جب فہ}}$ (۴)

مساوات (۲) میں سے مساوات (۳) کو تفریق کرنے سے

$2b = c - (1 - \text{مس عم فہ}) = c - \frac{\text{جم عم جب فہ}}{\text{جم عم جب فہ}}$

$b = \frac{1 - \text{جم عم جب فہ}}{\text{جم عم جب فہ}}$ (۵)

اگر زاویہ ع کے فہ پہلے واسطہ سے دوسرا واسطہ منظر کی کثافت میں بڑا ہے اور جب (ع - فہ) مثبت ہے۔ مہذا چونکہ (ع + فہ) زاویہ ۱۸۰° سے بڑھ نہیں سکتا جب (ع + فہ) مثبت ہے۔

پس اگر کسی آن میں واقع موج کے اندر نقل مکان ایک سمت میں ہے تو منعکس موج میں نقل مکان کی سمت اس کے مخالف ہوگی اس لیے کہ اور ب کی علامتیں مختلف ہیں یعنی کثیف تر واسطہ پر سے جب انعکاس ہوتا ہے تو ۱ کا تفاوت ہیئت صورت پذیر ہوتا ہے۔ اس کے برعکس جب لطیف تر واسطہ پر سے انعکاس ہوتا ہے تو ع > فہ اس لیے جب (ع - فہ) منفی ہے اور ۱ اور ب کی علامتیں ایک ہی ہوتی ہیں پس بوقت انعکاس کوئی تفاوت ہیئت پیدا نہیں ہوتا ہے۔ زاویہ وقوع اگر چھوٹا ہو تو بجائے جیب زاویہ اس کا نیم قطری پیمانہ ہی لکھا جاسکتا ہے۔

پس $b = \frac{1 - \frac{\text{ع}}{\text{فہ}}}{1 + \frac{\text{ع}}{\text{فہ}}}$ اور چونکہ $c = \frac{1 + \frac{\text{ع}}{\text{فہ}}}{1 + \frac{\text{ع}}{\text{فہ}}}$ (۶)

پنسل کی حدت متناسب ہے تو انانی کے جو اکائی رقبہ سطح میں سے عمود وار فی ثانیہ گزرتی ہے یعنی رفتار نور، کثافت واسطہ اور محیط ارتعاش کے مربع کے حاصل ضرب کے متناسب ہے۔ پس واقع، منعکس اور منعطف پنسلوں کی حدت (تقریباً عمود وار وقوع کی صورت میں)

$$\text{علی الترتیب } \text{سہ} \text{ شہ} \text{ ا} \text{ سہ} \text{ شہ} \text{ ا} \left(\frac{1-\text{مر}}{1+\text{مر}} \right) \text{ اور سہ} \text{ شہ} \text{ ا} \left(\frac{1-\text{مر}}{1+\text{مر}} \right)$$

$$\text{یعنی } \text{ا}^2 \text{، } \text{ا}^2 \left(\frac{1-\text{مر}}{1+\text{مر}} \right) \text{ اور } \text{سہ} \text{ مر} \text{ ا}^2 \text{ کے متناسب ہے}$$

$$(\text{اس لیے کہ سہ} \text{ شہ} = (\text{سہ} \text{ شہ}) \frac{1-\text{مر}}{1+\text{مر}})$$

واضح ہو کہ اراگو وغیرہ نے تجربہ سے حدت کے ان ضابطوں کی تصدیق کی ہے۔

نور کی پنسل اگر وقوع کے مستوی کے علی القوائم مقطب

ہو تو نامیہ موج کے ارتعاش وقوع کے مستوی میں ہونگے۔ بالفاظ دیگر واقع موج کے ارتعاش اب کے متوازی ہونگے منعکس موج کے ارتعاش د ج کے متوازی اور منعطف موج کے ہ ج کے متوازی۔ (ملاحظہ ہو شکل ۱۳۹)۔

چونکہ $\text{ب} \text{ ا} \text{ ج} = \text{د} \text{ ج} \text{ ا} = \text{ع} \text{ د} \text{ اور } \text{ہ} \text{ ج} \text{ ا} = \text{ف} \text{ د} \text{ واقع منعکس اور منعطف موجوں کے نقل مکان کے اجزاء ترکیبی ا ج کی سمت میں علی الترتیب}$

$$= \text{ا} \text{ جم} \text{ ع} \text{ ب} \text{ جم} \text{ ع} \text{ اور ج} \text{ جم} \text{ ف}$$

$$\therefore (\text{ا} + \text{ب}) \text{ جم} \text{ ع} = \text{ج} \text{ جم} \text{ ف} \text{ لیکن } (\text{ا} - \text{ب}) = \text{ج} \text{ مس} \text{ ع} \text{ مم} \text{ ف}$$

پس دوسری مساوات کو پہلی پر تقسیم کرنے سے

$$\frac{\text{ا} - \text{ب}}{\text{جم} \text{ ع}} = \frac{\text{ج} \text{ مس} \text{ ع}}{\text{ج} \text{ جم} \text{ ف}} \therefore \text{ا} - \text{ب} = \text{ج} \text{ جب} \text{ ف}$$

$$\text{اور چونکہ } \text{ا} + \text{ب} = \text{ج} \text{ جم} \text{ ف}$$

$$\therefore 12 = ج \left(\frac{جب\ ع}{جب\ ذ} + \frac{جھ\ ف}{جھ\ ع} \right)$$

$$= \frac{جب\ (ع + ذ) . جھ\ (ع - ف)}{جھ\ ع\ جب\ ذ}$$

$$\therefore ج = 12 \frac{جب\ (ع + ذ) . جھ\ (ع - ف)}{جھ\ ع\ جب\ ذ} \dots\dots (۷)$$

$$\text{اسی طرح } 2 ب = ج \left(\frac{جھ\ ف}{جب\ ذ} - \frac{جب\ ع}{جب\ ذ} \right) = ج \frac{جھ\ (ع + ذ) . جب\ (ع - ف)}{جھ\ ع\ جب\ ذ}$$

$$\text{پس } ب = 1 - \frac{مس\ (ع - ذ)}{مس\ (ع + ذ)} \dots\dots (۸)$$

زاویہ (ع + ذ) جب ۹۰ سے کمتر ہوتا ہے تو مس (ع + ذ) مثبت ہے اور ایسی صورت میں ب اور ا کی علامتیں متضاد ہونگی جیکہ دوسرا واسط پہلے واسط سے کشیف تر ہوگا۔ یعنی ع < ف۔ جس سے ظاہر ہے کہ کشیف تر واسط پر سے نور کا انعکاس ہوتا ہے تو π کا تفاوت ہیئت پایا جاتا ہے۔

واقع پینسل جب سطح فاصل کے تقریباً عمود وار ہوتی ہے

$$ج = 12 \frac{ف}{ع + ذ} = 12 \frac{1}{1 + ع}$$

$$\text{اور } ب = 1 - \frac{ع - ف}{ع + ذ} = 1 - \frac{1 - ع}{1 + ع}$$

جو وقوع کے مستوی میں مقطب نور کے نتائج کے قائل ہیں۔ دیکھو مساواتیں^(۱) نور کی پینسل جب کسی سطح پر تقریباً عمود وار واقع ہوتی ہے تو نا صیہ موج کے اندر کے تمام ارتعاش سطح کے تقریباً متوازی ہوتے ہیں۔ بدین وجہ ایسی حالت میں واقع نور کی تقطیب کا مستوی خواہ کچھ ہی ہو منعکس اور منعطف پینسلوں کے لیے ایک ہی نتیجہ برآمد ہوتا ہے۔

دراں حالیکہ $\frac{\pi}{4} = (ع + ف)$ تو مس $(ع + ف) = \infty$

اور ب $= - \frac{مس (ع - ف)}{مس (ع + ف)} = - \frac{مس (ع - ف)}{\infty} = 0$

اس صورت میں $م = \frac{جب ع}{جب ف} = \frac{جب ع}{جب (ع - ف)}$ مس $ع$

یعنی جب پنسل وقوع کے مستوی کے علی القوائم مقطب ہوتی ہے یعنی ارتعاش وقوع کے مستوی میں ہوتے ہیں اور زاویہ وقوع $ع = مس ا م$ یعنی $(ع + ف) = \frac{\pi}{4}$ پنسل بالکلیہ منعطف ہوگی اور انعکاس کچھ بھی نہ ہوگا۔

منعطف پنسل کا محیط ارتعاش تب ج $= 2$ $\frac{1}{م} = \frac{جم ع جب ف}{جب (ع + ف) جم (ع - ف)}$

اس لیے منعطف پنسل میں توانائی کی حدت $= م ج^2 = \frac{1}{م^2}$

اب اور ج $م$ مستویوں میں سے (دیکھو شکل ۳۸) فی ثانیہ توانائی کی مساوی مقداریں گزرتی ہیں اس لیے کہ

$$\frac{م ج}{اب} = \frac{جم ف}{جم ع} = \frac{جب ع}{جب م} = مس م = م$$

زاویہ $(ع + ف)$ کی قیمت جیسے جیسے ۹۰ میں سے ہو کر گزرتی ہے مس $(ع + ف)$ کی علامت $+$ سے $-$ میں تبدیل ہوتی ہے۔ زاویہ $(ع + ف)$ جس وقت ۹۰ سے مین کم ہوتا ہے $ا$ اور ب کی علامتیں متضاد ہونگی دراں حالیکہ پہلے واسطے سے دوسرا واسطہ کثیف تر ہوگا۔ زاویہ $(ع + ف)$ جس وقت ۹۰ سے مین بڑھ جاتا ہے حالت مصرعہ بالا میں $ا$ اور ب کی علامتیں ایک ہی ہونگی۔ پس واقع پنسل میں ارتعاش جب وقوع کے مستوی میں ہوتے ہیں اور زاویہ وقوع زاویہ تقطیب میں سے گزرتا ہے (یعنی اس کی قیمت بتدریج زاویہ تقطیب کے مساوی ہو کر اس سے بڑھ جاتی ہے) منعطف پنسل میں $\frac{\pi}{4}$ کا

تفاوتِ ہیئت پیدا ہوتا ہے۔

اگر نور کسی بھی ایک مستوی میں مقطب ہو تو ہم اس کے متعلق ارتعاشوں کو وقوع کے مستوی اور اس کے علی القوائم مستوی میں تحلیل کر سکتے ہیں۔ جو نتائج اوپر بیان ہوئے ہیں ان کے لحاظ سے ظاہر ہے کہ مقطب نور پر انعکاس کا یہ اثر ہوتا ہے کہ جیسے جیسے زاویہ وقوع زاویہ تقطیب کے قریب تر ہوتا جاتا ہے منعکس نور کے ارتعاش وقوع کے مستوی کے قریب تر علی القوائم ہوتے جلتے ہیں بالفاظِ دیگر منعکس نور کی تقطیب کا مستوی وقوع کے مستوی کی طرف گھمایا جاتا ہے۔

غیر مقطب نور جب کسی شفاف واسطہ کی سطح پر واقع ہو کر منعکس اور منعطف ہوتا ہے تو ارتعاش کے وہ اجزاء ترکیبی جو وقوع کے مستوی کے علی القوائم ہیں ہمیشہ بہ نسبت ان اجزاء کے جو اس مستوی کے متوازی ہیں زیادہ مقدار میں منعکس ہونگے۔ اس لیے کہ (جیسا کہ قبل ازیں بتایا گیا ہے) منعکس موجوں کے وقوع کے مستوی کے متوازی ارتعاشوں کا جبط

$$\frac{\text{مس (ع-ذ)}}{\text{جب (ع-ذ)}} \div \frac{\text{مس (ع+ذ)}}{\text{جب (ع+ذ)}} = \frac{\text{وقوع کے مستوی کے علی القوائم ارتعاشوں کا جبط}}{\text{وقوع کے مستوی کے متوازی ارتعاشوں کا جبط}}$$

$$= \frac{\text{جم (ع+ذ)}}{\text{جم (ع-ذ)}}$$

$$\text{پس ان کے متناظر حدتوں کی نسبت} = \frac{\text{جم}^2 (\text{ع+ذ})}{\text{جم}^2 (\text{ع-ذ})} \dots \dots (4)$$

زاویہ (ع+ذ) جب تک ۹۰ سے کمتر ہے تو جم (ع+ذ) کی قیمت ہمیشہ جم (ع-ذ) سے کمتر ہوگی۔

جس وقت مس ع = ص وقوع کے مستوی والے ارتعاشوں کا ذرا بالکل منعطف ہو جائیگا اور مستوی مذکور کے علی القوائم ارتعاشوں کا نور بالکلیہ منعکس۔ یہ نتیجہ بروسلٹر (Brewster) کے کلیہ کے عین مطابق ہے اور اس سے انعکاسی تقطیب کی توجیہ ہوتی ہے۔ دونوں مقطب پنسلوں کی حدیں مساوی ہونگی

اس لیے کہ وقوع کے مستوی کے متوازی ارتعاشوں کے اجزاء تحلیل کی کا حاصل جمع بروئے اوسط مستوی مذکور کے علی التوائم ارتعاشوں کے اجزاء تحلیل کے حاصل جمع کے مساوی ہوگا۔

کلی داخلہ انعکاس۔ اگر نور کی پنسل کشیف تر واسطہ سے نکل کر لطیف تر واسطہ میں منعطف ہوتی ہے اور اول الذکر واسطہ کا اضافی انعطاف (یعنی بمحافظہ ثانی الذکر واسطہ) ہر ہے تو ہر جب ع = جب ذ اور وقوع کے مستوی کے علی التوائم ارتعاشوں کے لیے

$$ب = \frac{جم \text{ جب } ع - ۱}{جم \text{ جب } ع + ۱} = \frac{جم \text{ جب } ع - ۱}{جم \text{ جب } ع + ۱} \quad (۸)$$

ب کی قیمت حقیقی ہونے کے لیے ضرور ہے کہ جذر المربع کی علامتوں کے اندر کے جملے صفر یا کوئی مثبت عدد ہوں۔ بڑے سے بڑا زاویہ وقوع جس کے لیے قبل ازیں اخذ کیے ہوئے کلیے بالاتر میم قائم رہ سکتے ہیں وہ زاویہ جس کے لیے

$$۱ - \frac{جم \text{ جب } ع}{جم \text{ جب } ع + ۱} = ۰ \quad \text{یعنی جب } ع = \frac{۱}{جم}$$

مساوات (۸) میں ع کی یہ قیمت درج کرنے سے مساوات ب = ۱ حاصل ہوتی ہے۔ پس جس وقت جب ع = $\frac{۱}{جم}$ نور کی پنسل کلیتہً منعکس ہو جاتی ہے بادی النظر میں ایسا معلوم ہوتا ہے مصرعہ بالا حالت میں منعطف پنسل کا محیط ارتعاش ج صفر ہو جانا چاہیے۔ لیکن

$$ج = \frac{جم \text{ جب } ذ}{جم \text{ جب } ع + ۱} = \frac{جم \text{ جب } ذ}{جم \text{ جب } ع + ۱} \quad \text{جم } ۱ - \frac{جم \text{ جب } ع}{جم \text{ جب } ع + ۱}$$

$$پس جس وقت ہر جب ع = ۱ تو ج = ۱۳$$

اس نتیجہ کی اس طرح توجیہ کی جاتی ہے کہ تجربہ بتاتا ہے کہ حالت مصرعہ بالا میں لطیف تر واسطہ کے اندر فی الحقیقت موجی حرکت سرایت کرتی ہے لیکن فاصل سطح سے تقریباً ایک ہی طول موج باہر نکلنے پر وہ تلف

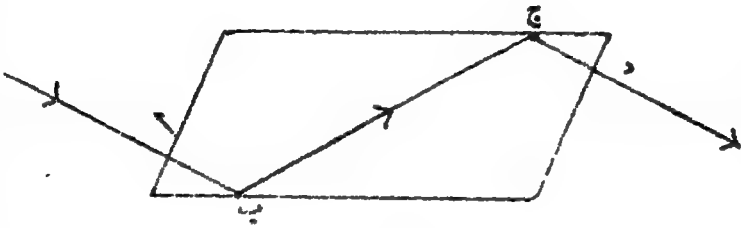
ہو جاتی ہے۔ اس لیے ج کی مندرجہ بالا قیمت اسی سطحی حرکت کا محیط ارتعاش متصور ہونی چاہیے۔ جس وقت $e = 90^\circ$ ہم $e = 0$ اور ج کی قیمت صفر ہو جاتی ہے۔ پس جب کثیف تر واسطہ میں زاویہ وقوع e کی قیمت اس کی فاصل قیمت سے بتدریج بڑھ کر 90° ہو جاتی ہے تو ج کی قیمت گھٹتے گھٹتے صفر ہو جاتی ہے۔ جس وقت $e < 90^\circ$ تو ب اور ج کی قیمتیں ملتے (complex) یعنی شکل $1 + i - 1 - i$ ب ہو جاتی ہیں۔

اس کا مفہوم سمجھنے کے لیے ہمیں یہ یاد رکھنا چاہیے کہ ہم نے اب تک یہ فرض کیا تھا کہ منعکس یا منعطف پسلوں میں صرف π کا تفاوت ہیئت پیدا ہوتا ہے۔ ہم نے دیکھا کہ اس مفروضہ سے ہمیشہ باہم دیگر موافق نتائج حاصل ہوئے الا اس صورت کے کہ نور کثیف تر سے لطیف تر واسطہ کی سطح پر واقع ہوتا ہے اور زاویہ وقوع زاویہ فاصل سے بڑا ہوتا ہے۔ اگر اس صورت میں ہم فرض کریں کہ منعکس اور منعطف نوروں کے اندر ہیئت کی تبدیلی بتدریج زاویہ وقوع کی تبدیلی کے ساتھ عمل میں آتی ہے تو یہاں بھی باہم دیگر موافق نتائج مترتب ہوتے ہیں۔

اس مفروضہ کو پیش نظر رکھ کر فرینیل نے نظری طریقہ پر اخذ کیا کہ درحالیکہ نور وقوع کے مستوی کے علی القوائم مقطب ہوتا ہے (ایسا ہی جب کہ اسی مستوی میں مقطب) داخلی انعکاس کے باعث ہیئت میں جو تبدیلی پیدا ہوتی ہے صفر سے بڑھتے ہوئے π تک پہنچ جاتی ہے جبکہ زاویہ وقوع اپنی فاصل قیمت سے بڑھ کر $\frac{\pi}{2}$ ہو جاتا ہے۔ لیکن زاویہ وقوع جب ان حدود کے اندر ہوتا ہے تو داخلی انعکاس کے باعث وقوع کے مستوی میں مقطب نور کی ہیئت کی تبدیلی مستوی مذکور کے علی القوائم مقطب نور کی ہیئت کی تبدیلی سے مختلف ہوگی۔ فرینیل نے محسوب کیا کہ اگر کثیف واسطہ شیشہ ہو تو 55° زاویہ وقوع کے داخلی انعکاس سے متذکرہ بالا ہیئت تبدیلیوں میں $\frac{\pi}{2}$ کا تفاوت پیدا ہوتا ہے۔

فرینیل کا مجسم معین (Rhomb) — اس نتیجہ کے

امتحان کے لیے فرینیل نے شبیہ کا ایک مجسم معین تیار کیا جس کے ایک سرے میں سے نور کی شعاع AB عمود وار داخل ہو کر دوبارہ 55° زاویہ پر واقع ہو اور کلی داخلی انعکاس کے بعد مقابل کے سرے میں سے عمود وار نکل جائے دیکھو شکل $12A$ ۔ اگر واقع پنسل مستوی مقطب ہو اور اس کے ارتعاش وقوع کے مستوی کے ساتھ 45° مائل ہوں تو ان ارتعاشوں کے

شکل $12A$

اجزاء تحلیل جو مستوی مذکور کے علی القوائم اور متوازی ہونگے باہم دیگر مساوی ہونگے۔ اذروئے حساب ہر کلی داخلی انعکاس پر مصرعہ بالا اجزاء تحلیل میں $\frac{1}{2}$ کا تفاوت ہیئت ہونا چاہیے۔ یعنی معین میں سے خارج ہونے پر ان اجزاء کی ہیئتوں میں مجموعی طور پر $\frac{1}{2}$ تفاوت کی توقع ہوگی اور وہ باہم دیگر علی القوائم ہونگے۔ بالفاظ دیگر خارج پنسل دائری مقطب ہونا چاہیے۔ تجزیہ کیا گیا تو ایسا ہی پایا گیا۔

اگر معین کے ایک سرے میں سے دائری مقطب نور داخل ہوتا ہے تو اس کے ارتعاشوں کے باہم دیگر علی القوائم اجزاء تحلیل میں مزید $\frac{1}{4}$ کا تفاوت ہیئت پیدا ہوتا ہے یعنی جملہ $\frac{3}{4}$ کا تفاوت صورت پذیر ہوتا ہے اس لیے خارج پنسل مستوی مقطب ہوگا اور اس کے ارتعاش وقوع کے مستوی کے ساتھ 45° زاویہ پر مائل ہونگے۔

اگر فرینیل کے معین میں سے ناقصی مقطب نور داخل کیا جائے اس طرح پر

کہ ناقصی ارتعاشوں کے محور علی الترتیب وقوع کے مستوی کے اندر اور اس کے علی القوائم ہوں تو ارتعاشوں کے اجزاء تحلیل میں علاوہ سابقہ $\frac{\pi}{2}$ تفاوت ہیئت کے $\frac{\pi}{2}$ کا ایک مزید تفاوت مائد کیا جائیگا۔ اس لیے نور جب خارج ہوگا تو مستوی مقطب ہوگا۔ فرینیل کا معین رُنج موجی تختی سے بہتر کام دے سکتا ہے اس لیے کہ اگرچہ وہ صرف ایک رنگ کے نور کے لیے لپے کا تفاوت ہیئت قطعی صحت کے ساتھ پیدا کر سکتا ہے لیکن اس سے سفید نور کے تمام اجزاء ترکیبی کے لیے بھی تقریباً اسی قدر تفاوت ہیئت حاصل ہو سکتا ہے۔

آٹھواں باب

انتشارِ نور کے نظریے - شفاف اشیاء میں سے

جب سفید نور کی پیل گزرتی ہے تو وہ متعدد مختلف ابوان کی پیلوں میں منقسم ہو جاتی ہے۔ جیسا کہ منشور کے تجربوں سے ظاہر ہے۔ سفید نور کے اس طرح رنگوں میں منتشر ہونے کو انتشار کہتے ہیں۔ موجی نظریہ کی روش سے نور کی شعاعیں جو کسی واسطہ میں داخل ہو کر مختلف زاویوں میں منعطف ہوتی ہیں واسطہ مذکور میں مختلف رفتاروں سے حرکت کرتی ہیں۔ اگر نور کی رفتار بین الکو اکیبی فضاء (یعنی ایٹھر) میں سب سے زیادہ کسی مادی واسطہ میں

سے تو سب سے کم اس نور کا واسطہ مذکور میں انعطاف نما ہے۔ ہمارے

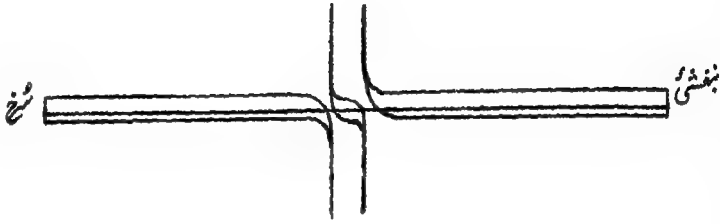
جد علم تک تمام رنگوں کے نور کی رفتار ایٹھر میں ایک ہی ہے یعنی سب کی قیمت تمام رنگوں کے لیے مستقل ہے۔ انمول جیسے تیز متغیر نور کے تاروں کے مشاہدہ سے ہمیں یہ ماننا پڑتا ہے کہ ایٹھر میں تمام رنگوں کی رفتار ایک ہی ہوتی ہے۔ اگر ایسا نہ ہوتا تو انمول جیسے تارہ کا رنگ اس کی تنویر کی حدت کے ساتھ بدلتا۔ لیکن کبھی ایسا مشاہدہ نہیں ہوا۔

مناظری طیف کے برقی حصہ میں عموماً دیکھا جاتا ہے کہ نور کے طول موج کی کسی گتے ساتھ اس کی انعطافات پندیری بڑھتی جاتی ہے یعنی عام طور پر شفاف مادی واسطوں میں طول موج کی کسی گتے کے ساتھ واسطہ کا انعطاف نما بھی بڑھتا ہے۔ لیکن جہاں انجذاب واقع ہوتا ہے وہاں یہ قاعدہ ٹوٹ جاتا ہے۔ ایسے

انتشار کو بے قاعدہ انتشار کہتے ہیں۔ جیسے پفلوجر (pfluger) کے بنائے ہوئے ٹھوس فکھسین (fuchsine) کے زاویہ حادہ والے منشور کے ساتھ تجربہ کرنے سے دریافت ہوتا ہے۔ واضح ہو کہ فکھسین سبز رنگ بڑی شدت کے ساتھ جذب کر لیتا ہے پس $1 = 6000$ انکسٹروم اور $1 = 5000$ انکسٹروم کے مابین طول موج کے رنگ اس میں جذب ہو جاتے ہیں اس لیے اس کا طیف ان سے معزور رہتا ہے۔ کرسٹیانسن (Christiansen) نے سنہ ۱۸۸۱ء میں دریافت کیا کہ فکھسین کے اعلیٰ محلول میں انعطاف نہا فراڈن ہوفر کے طیفی خط ب (B) سے لے کر د (D) تک بڑھتا جاتا ہے خط نہا (G) تک سرعت کے ساتھ گھٹتا ہے۔ اور پھر اس کے بعد کو آنے والے خطوط کے لیے بڑھ جاتا ہے۔ کنڈٹ (Kundt) نے اس بے قاعدہ انتشار سے متعلق مزید تحقیق کی اور ثابت کیا کہ تمام سطحی رنگ والے اشیاء میں سے جب سفید نور گزرتا ہے تو طیف کے رنگوں کا سرخ سے لے کر بنفشتی تک مطالعہ کرنے پر معلوم ہوتا ہے کہ انجذابی بند کے عین پہلے انحراف بے قاعدہ طور پر بڑھ جاتا ہے اور اس کے عین بعد بے قاعدہ طور پر گھٹ جاتا ہے۔

بیکول (Becquerel) نے ایک متوزی الافق مسلسل طیف کی شعاعوں کے راستہ میں ایک فائنا شعلہ حامل کیمیا جو سوڈیم کے بخار سے مشوخ رنگین تھا۔ شعلہ گویا ایک منشور تھا جس کا انعطاف پیدا کرنے والا کنارہ متوازی الافق تھا۔ چونکہ شعلہ کی گیس گرم تھیں ان کی کثافت کی کمی سے طیف بحیثیت مجموعی کسی قدر اوپر کی طرف ہٹ گیا۔ (دیکھو شکل ۱۴۱) جس کی لمبی افقی لکیر مسلسل طیف کو شعلہ کے حامل ہونے سے پہلے طولا دو ٹھیک مساوی حصوں میں تقسیم کرتی تھی لیکن اب خفیف سی نیچے کی طرف اتری ہوئی نظر آتی ہے۔ طیف کا سرخ سرا شکل کے بائیں جانب ہے طیفی خط (D₁) (د) کے مقام کے عین بائیں جانب طیف تیزی کے ساتھ نیچے کی طرف لینے فائنا شعلہ کے قاعدہ کی طرف اتر آیا ہے جس سے ظاہر ہے کہ (D₁) خط کے طول موج سے

ذرا سا بڑے طول موج کے لیے سوڈیم کے بخار کا انعطاف نا غیر معمولی طور پر



شکل ۱۳۱

بڑھ جاتا ہے (D₁) کے عین سیدھے جانب طیف سرعت کے ساتھ اوپر کی طرف یعنی فانی کے انعطافی کنارہ کی طرف چڑھ گیا ہے۔ جس سے ثابت ہوتا ہے کہ (D₁) کے طول موج سے خفیف سا کمتر طول موج کے لیے بخار کا انعطاف نا غیر معمولی طور پر گھٹ جاتا ہے۔ شکل سے (جوفونو گراف کی نقل ہے) ظاہر ہے کہ مصدعہ بالا طول موج کی شعاعوں کے لیے سوڈیم کے بخار کا انعطاف نا اکائی سے بھی معتد بہ کم ہے۔ آگے کو جوں جوں طول موج میں مزید کمی واقع ہوتی ہے۔ طیف کا اوپر کی طرف کا انحراف گھٹ جاتا ہے۔ اور پھر بالآخر (D₂) کے قریب پہنچ کر طیف جلد نیچے کی طرف جھک جاتا ہے (D₂) سے گزر جانے کے بعد طیف کو ایک دم اوپر کی جانب منحرف ہوتا ہے۔ لیکن طول موج کی کمی کے ساتھ جلد نیچے اتر آتا ہے۔ آر ڈبلیو ووڈ (R. W. Wood) نے سوڈیم کے بخار سے متعلق بہت دلچسپ اور قیمتی تجربے کیے ہیں جن کا اس کی کتاب میں مطالعہ ہو سکتا ہے۔

انتشار نور کا جو بھی نظریہ پیش ہو اس میں ضرور اس بے قاعدگی کی توجیہ شامل ہونی چاہیے۔ سب سے زیادہ موزوں نظریہ برقی مقناطیسی ہے۔ ابھرکا نرانا لچکدار ٹھوس والا نظریہ بھی بڑی حد تک اس کی توجیہ کر سکتا ہے۔ متعدد محققین نے اس پر طبع آزمائی کی ہے اور ان کی تحقیقات بتدیوں کے لیے

بہت سبب آموز ثابت ہوئی ہیں۔ اس لیے ہم مختصر طور پر ان ہی کا ذکر کریں گے۔

بے قاعدہ یا خلاف قاعدہ انتشار (Anomalous)

(dispersion) — اس کی توجیہ کے لیے میکانی اصول پر مادہ اور ایتھر کے

باہمی تعامل کے ذریعہ بوسینسک (Boussinesq) سلماٹر

(Sellmeier) ہلم ہولٹس (Helmholtz) کٹلر (Ketteler)

لومل (Lommel) وغیرہ نے نظریے قائم کیے ہیں۔

ان کا ذکر کرنے سے پہلے ضروری معلوم ہوتا ہے کہ کوشی (Cauchy) کے ضابطہ کا بھی ذکر کر دیا جائے جو رفتار نور کو طول موج کا تفاعل ثابت کر کے انعطاف نما اور طول موج کے مابین ایک رابطہ قائم کرتا ہے جس کی حسابی عمل میں اکثر ضرورت پڑتی ہے۔ کوشی کے ضابطے حسب ذیل ہیں:—

$$(۱) \quad \mu = 1 + \frac{A}{\lambda^2} + \frac{B}{\lambda^4} + \frac{C}{\lambda^6} + \dots$$

$$(۲) \quad \mu = 1 + \frac{A}{\lambda^2} + \frac{B}{\lambda^4} + \frac{C}{\lambda^6} + \dots$$

جن میں μ اور λ رفتار نور اور انعطاف نما ہیں، A ، B ، C ، \dots مستقل مقادیر ہیں۔

کوشی نے فرض کیا کہ انتشار انگیز واسطہ میں مادہ اور ایتھر دونوں مل کر حرکت کرتے ہیں۔ بوسینسک نے خیال کیا کہ ایتھر کی کثافت مستقل رہتی ہے لیکن مادہ جزوی طور پر پھٹ جاتا ہے اور اس ہٹاؤ سے مادہ اور ایتھر میں جو رد عمل پیدا ہوتا ہے اس قدر خفیف ہوتا ہے کہ اس سے مادہ کے اندر پیدا ہونے والی لچکی قوتیں ناقابل لحاظ تصور کیجا سکتی ہیں۔ سلماٹر کا یہ مفروضہ ہے کہ مادہ اور ایتھر کے مابین اس طرح کا جو رد عمل پیدا ہوتا ہے ان کے اضافی ہٹاؤ (ظہ - ظہ) کے تناسب ہے۔ اس بنا پر اس نے ایتھر اور مادہ کے لیے علی الترتیب مندرجہ ذیل حرکت کی مساواتیں اخذ کیں:—

$$(۱) \quad \begin{cases} \frac{\text{فر}^۲\text{ظ}}{\text{فر}^۱\text{ظ}} = \frac{\text{فر}^۲\text{ظ} - \text{ک} (\text{ظ} - \text{ظ}^۱)}{\text{فر}^۱\text{ظ}} \\ \frac{\text{فر}^۲\text{ظ}}{\text{فر}^۱\text{ظ}} = \text{ک} (\text{ظ} - \text{ظ}^۱) \end{cases}$$

مادہ کے سالمات یا ذرات کے متعلق فرض کیا گیا کہ وہ طبعی اور قسری دونوں قسم کے ارتعاش کر سکتے ہیں۔ طبعی ارتعاشوں کا وقت دوران وہ ہے اور قسری کا و۔ یہ قسری ارتعاش ان میں نور کی موجوں کی وجہ سے پیدا ہوتے ہیں۔

سادہ موسیقی حرکت کے مضابطہ سے ظاہر ہے کہ وقت دوران = $\frac{2\pi}{\omega}$ [پیشاؤ] پس

$$\frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\omega} \quad \text{ک} = \frac{2\pi}{\omega}$$

ان تفرقی مساواتوں کا ایک خاص حل مندرجہ ذیل شکل کا ہے :-

$$(ب) \quad \begin{cases} \text{ظ} = \text{ب} \cdot \text{جم} \left(\frac{\omega}{\omega} - \frac{\omega}{\omega} \right) \\ \text{ظ} = \text{ب} \cdot \text{جم} \left(\frac{\omega}{\omega} - \frac{\omega}{\omega} \right) \end{cases}$$

جن میں $\frac{\omega}{\omega}$ مادی واسطہ میں نور کا طول موج ہے۔
حل (ب) کو (۱) کی دوسری مساوات میں تعویض کرنے سے

$$(ج) \quad \frac{\text{ب}^۱}{\text{ب}} = \frac{\text{ل}^۱}{\text{ل}^۲} \dots \dots \dots$$

جس میں $\text{ل}^۱ =$ ایتھر میں طول موج نور کا جس کا تعدد وہی ہے جو مادی سالمات یا اجزاء کا طبعی تعدد ہے۔

$$\text{یعنی} \quad \frac{\text{ل}^۱}{\text{ل}^۲} = \frac{\omega}{\omega}$$

(۱) کی پہلی مساوات میں حل (ب) کو تعویض کرنے سے $\text{ل}^۱$ طول موج کے

نور کا انعطاف نامر حسب ذیل حاصل ہوتا ہے :-

$$r = 1 + \frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 + n_2^2} \quad (1)$$

اگر اسی واسطے میں ایک سے زیادہ انواع کے سالمات ہوں اور ان میں سے ایک ایک نوع کے سالمات کے طبعی ارتعاشوں کے وقت دوران مختلف ہوں تو (۱) کی مساواتوں میں ہر نوع کے سالمات کے لیے ایک مزید مساوات کے اضافہ کی ضرورت ہوتی ہے اور اس کی پہلی مساوات میں ایک متناظر رقم زیادہ کرنی ہوتی ہے۔ چنانچہ انعطاف نما کا ضابطہ ہوگا

$$r = 1 + \sum \frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 + n_2^2} \quad (2)$$

جس میں \sum رقوم کے جمع کی علامت ہے اور ان اور لے واسطے کے ہر نوع کے سالمات کے متعلقہ متعل اور طبعی ارتعاشوں کے طول موج ہیں۔ اگر لہ کے مقابلہ میں لہ چھوٹا ہے یعنی مرنی طبعیت کے قدریں اداوی واسطہ شفاف ہے لیکن طبعیت کے بالائے بنفشی حصہ میں انجذابانی پسند رکھتا ہے تو واضح ہے کہ لہ کے بڑھنے سے مر کی قیمت گھٹتی ہے۔

ضابطہ (۱) بظن

$$r = 1 + (1 - \frac{n_1^2}{n_2^2}) \quad (3)$$

لکھا جاسکتا ہے جو کو طبعی والے ضابطہ کی شکل میں تحریر ہو سکتا ہے۔ اگر طبعیت کے بالائے بنفشی حصہ کے علاوہ پائین سرخ حصہ میں بھی ایک انجذابانی پسند موجود ہے جس کے لیے لہ کے مقابلہ میں لہ بڑا ہے تو مساوات (۱) کو بظن

$$r = 1 - \frac{n_1^2}{n_2^2} (1 - \frac{n_3^2}{n_2^2}) + (1 - \frac{n_3^2}{n_2^2}) (1 - \frac{n_4^2}{n_2^2}) \quad (4)$$

$$= 1 - \frac{n_1^2}{n_2^2} + (1 + \frac{n_1^2}{n_2^2} + \frac{n_3^2}{n_2^2}) (1 - \frac{n_4^2}{n_2^2})$$

زیادہ قوتوں کی رقوموں کو نظر انداز کر کے لکھ سکتے ہیں۔
 سلما اثر کے اس ضابطہ سے شفاف اشیاء کے انتشار نور کی بخوبی
 تعبیر ہوتی ہے اور "خلاط قاعدہ" انتشار کی بھی توجیہ ہوتی ہے۔ چنانچہ لم
 ایک انجذابی بند کے متناظر ہے تو مساوات (و) سے ظاہر ہے کہ لم سے
 ذرا سے بڑے طول موج کے لیے ہر کی قیمت غیر معمولی بڑی ہو جاتی ہے۔
 مساوات (ز) سے واضح ہوتا ہے کہ لم سے ذرا سے چھوٹے طول موج
 کے لیے ہر کی قیمت ابتداءً "خیالی" ہوتی ہے لیکن جیسے جیسے لگھٹتا جاتا
 ہے ہر کی قیمت دوبارہ حقیقی بن جاتی ہے اگرچہ اس کی مقدار غیر معمولی چھوٹی
 ہوتی ہے۔

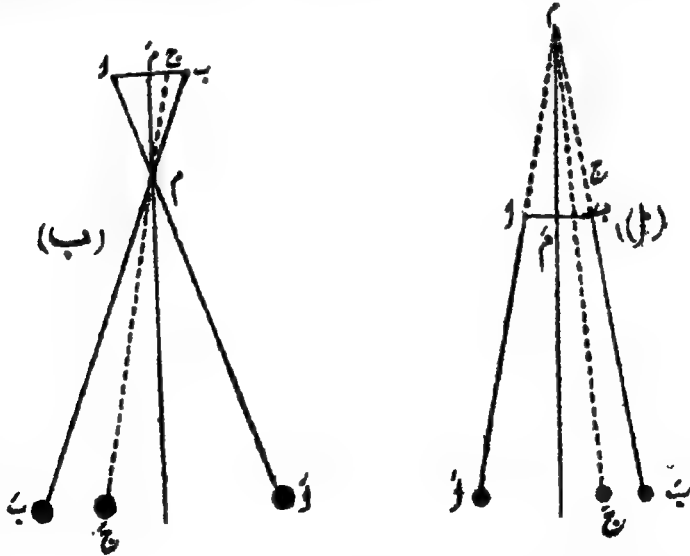
انطاف نامہ کو معین اور طول موج لہ کو فصلے مان کر اگر ترکیب کی جاتی
 تو طول موج جیسے جیسے انجذابی بند کے ایک سرے کے قریب گھٹتا جائیگا ایک
 منحنی حاصل ہوگا جو طول موج کے محور کی طرف محدب ہوگا۔ لیکن طول موج جیسے
 جیسے انجذابی بند کے دوسرے سرے کے قریب بڑھتا جائیگا یہ منحنی محور مذکور
 کی طرف مخوف ہوگا۔ دیکھو شکل ۱۲۱۔

آواز کی کتابوں میں طالب علم نے دیکھا ہوگا کہ طبعی یا آزاد اور قسری ارتعاشوں
 کا امتیاز سمجھنے میں تنہ ہوئے افقی ڈورے سے مناسب طول کے لٹکائے ہوئے رقاص
 خوب مدد دیتے ہیں۔ ہوسٹون (Houstoun) کی تقلید میں ہم سلما اثر
 کے استدلال کی ان رقاصوں کے ذریعہ حسب ذیل توضیح پیش کرتے ہیں:-
 چونکہ یہ فرض کیا جاتا ہے کہ مادی واسطہ کے ذرات ایچھر کے ذرات کے
 ساتھ غیر صلب طریقہ پر ملے ہوئے ہیں اور نور کی موج جب ان پر سے گزرتی ہے
 تو وہ آخر الذکر یعنی ایچھر کے ذرات کے گرد ارتعاش کرتے ہیں اس لیے بطور
 تشبیہ یہ تصور کریں گے کہ ایک پھلدار ڈورا افقی وضع میں تانا بکھا ہے۔ تنہ کی
 قوت ہے اور ڈورے کے ایک سرے سے لے کر دوسرے سرے
 تک مساوی فاصلوں سے م کمیت کے چھوٹے چھوٹے رقاص (جن کا طول
 ل) ہے لٹکائے گئے ہیں۔ فرض کرو کہ ڈورے کے اکائی طول سے ن

رقاص لنک رہے ہیں جو خود ڈورے کی کیت فی اکائی طول ک ہے۔ اب
ڈورے پرے رفتی مستوی میں ایک جیبی منحنی بنا (سادہ موسیقی حرکت کی) موج
گزاری جاتی ہے جس کی وجہ سے ڈورے کا ہر ذرہ رفتی سمت میں ڈورے کی
قبل حرکت وضع کے علی القوائم سادہ موسیقی حرکت کرنے لگتا ہے۔ بدین وجہ
ڈورے سے آویزاں رقص بھی انتصابی مستویوں میں ایسی ہی حرکت شروع کر دیتے ہیں۔
پہلے پہل رقصوں کی حرکت ان کے طبعی یا آزاد ارتعاشوں اور قسری ارتعاشوں پر

مشکل ہوتی ہے۔ اول ذکر کا وقت دوران $\omega = \frac{2\pi}{T}$ ہے اور ثانی الذکر کا
وقت دوران وہی جو رقص کے نقطہ تطبیق کا ہے۔ تھوڑی ہی دیر بعد آزاد ارتعاش
مطلب ہو جاتے ہیں اور صرف قسری ارتعاش جاری رہتے ہیں۔

اگر قسری ارتعاشوں کا وقت دوران و رقصوں کے آزاد ارتعاشوں کے
وقت دوران و سے بڑا ہے تو رقصوں کی حرکت شکل ۱۳۲ (ا) کے حامل ہوگی یعنی
ان کی ہیستوں میں کوئی فرق نہیں آئے گا وقت برص کرل طول کے متناظر ہوگا۔ دوسری صورت
میں جبکہ $\omega > \omega_0$ ان کی حرکت شکل ۱۳۲ (ب) کے حامل ہوگی یعنی ہیست میں مخالف ہوتی



شکل ۱۳۲

وقتِ دورانِ گھٹ کر ل کے متناظر ہو جائیگا۔

اب فرض کرو رقا ص کسی درمیانی وضع م ج ج میں ہے اور انتصابی سمت کے ساتھ ایک چھوٹا زاویہ طہ بناتا ہے۔ دُورے کو کھینچنے والی قوت ک ج جم طہ ہے (جس میں ج جاذبہٴ ارض کا اسراع ہے)۔ اس کا انتصابی جزو ترکیبی ک ج جم طہ ہے اور چونکہ طہ ایک چھوٹا زاویہ ہے اس لیے یہ جزو تقریباً ک ج ہی ہے۔ قوت کا افقی جزو ترکیبی ک ج جب طہ ہے۔ چونکہ جب طہ = $\frac{م ج}{م ج}$ اس لیے افقی جزو = ک ج $\frac{م ج}{م ج}$ = ک ج $\frac{ل-ل}{ل-ل}$ = ک ج $\frac{ل-ل}{ل-ل}$ (نقطہ تعلیق کا ہشاؤ)۔

شکل ۱۴۲ ڈورے کے ایک حصہ کو تعبیر کرتی ہے جبکہ اس پر سے چبھی
منحنی نما موج افقی مستوی میں بائیں جانب سے سیدھے جانب سے رفتار کے ساتھ
گزرتی ہے۔ ڈورے کے ایک ٹکڑے ف س ق کی حرکت پر غور کرو۔ س اس کا
وسطی مقام ہے۔ اور وضع سکون سے اس کا ہٹاؤ ن س ہے۔ اس ٹکڑے پر
دو قوتیں عمل کرتی ہیں۔ ایک قوت اس سے باندھے ہوئے رقاصول ن (ف س ق)
کا ردِ عمل ہے اور دوسری قوت اس کے دونوں سروں پر کے تناؤات ت کا
مائل ہے۔ پس اول الذکر قوت = $\frac{ن (ف س ق) ک ج}{ل - ل}$ (ن س) جس میں
ف س ق قوس کا طول ہے۔

ثانی الذکر قوت = ۲ تجم > فنس ن = ۲ ت جب > فنس

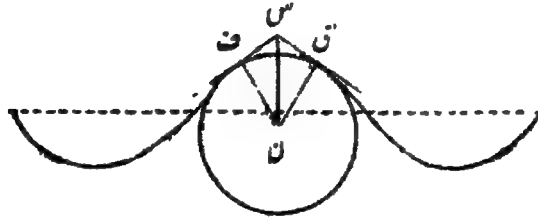
$$r = \frac{\text{فنس تقریباً}}{\text{فنس (فنس ق) جس میں ص}}$$

نقطہ س کے پاس دائرہ انحناء کا نصف قطر ہے۔

دورے کے ٹکڑے ف س ق کا اسراع معلوم کرنے کے لیے فرض کرو کہ
دورے پر اس کی موجی حرکت کی حالت میں سیدھے جانب سے بائیں جانب
کو رفتار سے عائد کی جاتی ہے۔ اس سے (ف س ق) کے اسراع میں

نبدیلی نہیں واقع ہوتی۔ یہ اسرار دائرہ میں یکساں رفتار کے ساتھ متحرک ذرہ کی رفتار ہو مانی ہے۔ یعنی $\frac{ص}{ص}$ پس اس کی وجہ سے قوس کے ٹکڑے پر مرکز دائرہ کی طرف عمل کرنے والی قوت

$$= \frac{ظ (ف س ق) ص}{ص}$$
 اس لیے عامل قوتوں کے توازن سے



شکل ۱۳۳

$$\frac{ظ (ف س ق) ص}{ص} = \frac{(ن س ق) ت}{ص} - \frac{ن (ف س ق) ک ج (ن س)}{ل - ل}$$

$\frac{۱}{ص} = \pm \frac{فرا}{لا}$ جبکہ $\frac{فرا}{لا}$ کی قیمت جموٹی ہوتی ہے اور شکل ۱۳۳ کے منحنی کو مساوات

$$۱ = \frac{۲\pi}{لا} \text{ جب } \frac{۲\pi}{لا} \text{ کے ذریعہ تعمیر کر سکتے ہیں۔}$$

$$\therefore \frac{۱}{ص} = \pm \frac{فرا}{لا} = \frac{۲\pi}{لا} \text{ جب } \frac{۲\pi}{لا} = \frac{۲\pi}{لا} \text{ (۲) } \frac{۲\pi}{لا}$$

قوتوں کے توازن کی مندرجہ بالا مساوات میں

$$(ن س) = ۱ = \frac{۱}{ص} \left(\frac{ل}{لا} \right) \text{ تعویض کرنے اور اس کو سادہ شکل دیتے ہیں}$$

$$ص = \frac{ظ (ف س ق) ص}{ص} - \frac{ظ (ف س ق) ک ج (ن س)}{ل - ل}$$

پت ڈورے پر سے گزرنے والی موج کی رفتار کا مربع ہے جبکہ دورا رقا صوں سے
معترا ہوتا ہے۔ ہم اس کو سہا سے تعبیر کریں گے۔

اور چونکہ $ل = سہا$ و جبکہ $و$ ڈورے پر سے رفتار کے ساتھ گزرنے والی موج
کا وقت دوران اور $ل$ اس کا طول موج ہے اس لیے

$$سہا = سہا \mp \frac{ل \text{ ک ج سہا } و}{\pi^2 (ل - ل) \text{ ذت}}$$

$$= سہا \mp \left(\frac{ل \text{ ک ج سہا } و}{\pi^2 (ل - ل) \text{ ذت}} \right) \frac{1}{ج}$$

$$= سہا \mp (م سہا) \frac{و}{و - و}$$

اگر $ل$ ک سہا کے بجائے $م$ لکھا جائے۔

واضح ہو کہ $و = \frac{ل}{ج}$ اور $و = \frac{ل}{ج}$

اس لیے کہ $ل$ موج کے وقت دوران و والے رقا ص کا طول ہے اور $ل$
ڈورے سے بندھے ہوئے رقا صوں کا طول ہے جن کا وقت دوران
و ہے۔

$ل$ جب $ل$ سے بڑا ہوتا ہے تو اوپر والی مساوات میں بائیں جانب کے
جلو کی دوسری رقم کے لیے وہ علامت یعنی چاہیے جس سے رفتار گھٹ جائے۔

$$پس سہا = سہا - \frac{م سہا و}{و - و}$$

مساوات کو سہا پر تقسیم کرنے سے $\frac{سہا}{سہا}$ یعنی انطاف نامہ $1 = 1 - \frac{م و}{و - و}$

جو انتشار نور کی سادہ ترین مساوات کے مشابہ ہے۔
فلزی انعکاس۔ مجلے فلزی سطح پر سے نور جو شدت کے ساتھ

منعکس ہوتا ہے اس کی وجہ غالباً انتخابی انعکاس ہے۔ چاندی کی ایک پتلی تہ سٹیش پر تیار کر کے اگر معائنہ کی جائے تو بڑے طول موج کے نور میں تقریباً کامل غیر شفاف پائی جائیگی۔ لیکن بنفشی اور بالائے بنفشی نور میں کافی شفاف دکھائی دے گی۔ چنانچہ برقی قوس کا مدھم بنفشی نور اس کے اندر سے صاف نظر آئے گا مگر کاربن سلاح کا تیز دھکتا ہوا اگر مٹا بالکل مدھم پایا جائیگا۔ اس سے ظاہر ہے کہ چاندی کی سطح پر سے نور کا انعکاس انتخابی ہوتا ہے۔ اسی طرح سونے کے پتلے درق پر سے زرد نور شدت کے ساتھ منعکس ہوتا ہے اور بنری مال نیلا نور اس کے اندر سے سرایت کر جاتا ہے۔

فلزی انعطاف۔ کنڈٹ (Kundt) نے پلاٹینی

شیش پر برقی پاستیدگی کے ذریعہ مطروح کر کے ایک دقیقہ سے بھی کم زاویہ انعطاف کے فلزنی منشور تیار کیے۔ اور ان پر نور کی تقریباً عمود وار پینل کا وقوع ملاحظہ کیا تو معلوم ہوا کہ قبض فلزات کے لیے انعطاف نما کی قیمت اکائی سے کم برآمد ہوئی اور پینل منشور کے انعطافی کنارے کی طرف منحرف ہوئی۔

فیراڈے اثر۔ اگرچہ فیراڈے کے زمانہ میں زمانہ حال کے سے

زبردست برقی مقناطیس ہتیا ہو سکتے تھے تاہم اس نے ۱۸۳۲ء میں دریافت کیا کہ اگر طاقستور برقی مقناطیس کے قطبوں میں مقناطیسی میدان (یعنی خطوط قوت) کے متوازی سوراخ بنائے جائیں اور کثیف (سیسہ سے مرکب) شیشہ کی تختی رکھ کر اس کے اندر سے نیکول کے ذریعہ مستوی مقطب نور کی پینل گزاری جائے تو نور کی تقطیب کا مستوی ایک معین زاویہ میں گھوم جاتا ہے یعنی میدان عائد کرنے سے پہلے اگر خارج پینل کو مشرح نیکول مناسب وضع میں رکھ کر کھجا دیا جائے تو میدان عائد کرنے پر روشنی پھر سے نظر آتی ہے۔ اس کو بھاننے کے لیے مشرح نیکول کو ایک معین زاویہ میں گھمانا پڑتا ہے جو شیشہ کی نوعیت اور موٹائی اور نیز میدان کی مدت وغیرہ کے مناسب ہے۔ میدان کی سمت آنا دی جاتی

ہے تو تحویل کی سمت بھی الٹ جاتی ہے لیکن اس کو پنسل کے گزرنے کی سمت سے بالکل تعلق نہیں ہے۔ یعنی اگر خارج پنسل کو آئینہ کے ذریعہ اس کے آئے ہوئے راستہ پر سے واپس لوٹا دیا جائے تو انعکاس کے مستوی کی تحویل بجائے تلف ہونے کے (جیسا کہ بلور وغیرہ کے تجربہ میں مشاہدہ ہوتا ہے) دوچند ہو جاتی ہے۔

ورڈے (Verdet) نے مختلف اشیاء اور مختلف طول موج کی پنسلوں کے ساتھ تجربہ کر کے مندرجہ ذیل ضابطہ دریافت کیا۔

$$\text{زاویہ تحویل } \theta = m \lambda \left(\frac{d}{d\lambda} \right) \left(\frac{1}{\lambda} \right)$$

جس میں m ایک مستقل ہے جو دی ہوئی شے کی نوعیت پر موقوف ہے، λ اس کی موٹائی اور $\frac{d}{d\lambda}$ انعطاف نما ہے۔ θ متناطیسی میدان کی حدت ہے اور λ نور کا طول موج ہے۔

ل یعنی تحویل فی اکائی طول واسطہ فی اکائی میدان قوت ورڈے کا مستقل کہلاتی ہے۔ فیراڈے اثر کی برقی متناطیسی نظریہ سے باآسانی توجیہ ہوتی ہے۔ اس کے لیے برق کی تقابلوں کا مطالعہ مناسب ہوگا۔

کٹر اثر (Kerr Effect) — ڈاکٹر کٹر (Kerr) نے

شعاع میں دریافت کیا شفاف برق گزار مثلاً شیشہ، زیتون کا تیل، کاربن بائی سلفائیڈ، ٹریچلین وغیرہ جب طاقتور برقی میدان میں رکھے جاتے ہیں تو ان میں دیکھے انعطاف کی خاصیت پیدا ہوتی ہے۔ کٹر نے شیشہ کی ایک تختی کے دو مقابل پہلوؤں میں سوراخ کر کے ان سوراخوں میں ایک طاقتور امالی پچھے کے ثنائی بیچوں کے سرے جمادیے پہلوں کو ایک خردہ پیمائی شراری دوز (Spark gap) کے ساتھ ملا دیا۔ چونکہ

امالی چمکے کے اولیٰ بیچوان کی رو کا انقطاع اس کے اجزاء کی بہ نسبت زیادہ تیزی سے
 عمل میں آتا ہے اس لیے چمکے کے سروں کے بیچ میں ایک سمتی مگر غیر مسلسل طاقتور
 برقی میدان پیدا ہوتا ہے۔ شراری درز کو گھٹنا بڑھا کر سروں کے درمیان
 حسب ضرورت تفاوتِ قوت عائد کیا گیا۔ لیکن چمکے کے سروں کے درمیان
 براہِ راست شرارہ پیدا نہ ہونے دیا۔ شیشہ کی تختی سروں کے مابین باؤ ایچ موٹی
 تھی۔ اور اس کے اندر سے برقی میدان کے خطوط قوت کے علی القوائم مستوی
 مقطب نور کی ایک پنسل گزاری گئی۔ شیشہ میں سے گزرنے کے بعد یہ مقطب نور
 مشعہ نیکول کے ذریعہ بھجوا دیا گیا۔ اس حالت میں جب برقی میدان عائد کیا گیا تو
 روشنی پھر سے پیدا ہوئی لیکن بتدریج تیس تیس ثانیے بعد۔ اس کو بھجانے
 کے لیے مشعہ نیکول کو مزید ایک معین زاویہ میں گھوما پڑا۔ واقعہ نور
 کی تقطیب کا مستوی جب برقی میدان کی سمت کے ساتھ ۹۰° پر مائل
 تھا تو مندرجہ بالا اثر واضح ترین ثابت ہوا۔ تقطیب کا مستوی
 جب میدان کے متوازی یا علی القوائم تھا تو اثر تقریباً صفر تھا۔ پس
 اس سے ظاہر ہے کہ برقی میدان کے زیر اثر شیشہ کے اندر نور برقی میدان
 کے متوازی اور علی القوائم سمتوں میں مقطب ہوتا ہے۔ یہ اثر برقی میدان کی
 نسبت یا منفی سمت کے غیر تابع ہے لیکن میدان کی حدت کے مربع کے
 تناسب سے ہے۔

عام طور پر مستوی مقطب نور کی پنسل جب کسی فلزی آئینہ پر پڑتی ہے
 تو بعد انعکاس ناقصی مقطب ہو جاتی ہے۔ لیکن واقعہ پنسل جب وقوع کے
 مستوی کے متوازی یا علی القوائم مقطب ہوتی ہے تو منعکس پنسل اسی
 مستوی میں مقطب ہوتی ہے۔

نور کا میکانی دباؤ۔ نیوٹن کے نظریہ نور سے شعاع

چونکہ تیز رفتار ذرات پر مشتمل ہے جب وہ کسی سطح سے ٹکراتی ہے تو ان
 ذرات کا سیار حرکت تلف ہو جاتا ہے اس لیے توقع کی جاتی ہے کہ

سطح پر ایک معین میکانی دباؤ عائد ہوتا ہے۔ سسٹم میں ڈوفے (Du Fay) اور دیگر اشخاص نے اس دباؤ کا سراغ لگانے کی کوشش کی لیکن ناکامیاب رہے۔ فرینیل نے بھی اپنے نظریہ کی بنا پر اس دباؤ کے تجربی ثبوت کی کوشش کی اس کو بھی کامیابی نصیب نہ ہوئی۔ اس کے بعد کروسکس (Crookes) نے تجربے کیے جو بالآخر ریڈیا میٹر (radiometer) کی ایجاد پر ختم ہوئے۔ اس آلہ میں پلاٹینم کے چار چھوٹے پنکھے جن کی ایک سطح کجلائی ہوئی ہوتی ہے اور دوسری محبت، علی الترتیب ایک خلائی جاب کے اندر شیشے کی تہلی ڈنڈی پر نصب کیے ہوتے ہیں۔ ڈنڈی انتصاباً دوسہاروں کے بیچ میں نہایت آسانی کے ساتھ پنکھوں کو لیے ہوئے گھوم سکتی ہے۔ جب یہ آلہ دھوپ میں رکھا جاتا ہے تو پنکھے پھرتی کے ساتھ گھومتے ہیں لیکن ان کے گھومنے کی سمت نیوٹن کے نظریے (یا میکسول کے برقی مقناطیسی نظریہ) کی سمت کے مخالف ہے۔ ریڈیا میٹر (اشعاع پیم) کے پنکھوں سے جب نور کی شعاعیں ٹکراتی ہیں تو کجلائی ہوئی سطح شعاعوں کو جذب کر لیتی ہے جس کی وجہ سے اس کی تپش بڑھ جاتی ہے لیکن حرارت مقابل کی بجلی سطح میں سرایت کرنے نہیں پاتی۔ جاب کے اندر کی باقی ماندہ ہوا گرم ہوتی ہے یعنی اس کے سالمات جب کجلائی ہوئی سطح سے (اڈوئے نظریہ محرک) ٹکرا کر واپس لوٹتے ہیں تو ان کی رفتار زیادہ تیز ہو جاتی ہے اور چونکہ عمل اور رد عمل مساوی اور مخالف ہوتے ہیں کجلائی ہوئی سطح پر ایک دباؤ عائد ہوتا ہے۔ پنکھوں کی دوسری جانب کی بجلی سطح پر سے نور منعکس ہو جاتا ہے اس لیے یہ سطح نسبتاً ٹھنڈی ہوتی ہے اور ہوا کے سالمات اس سے ٹکرا کر واپس ہوتے ہیں تو ان کی رفتار میں کمر اضافہ واقع ہوتا ہے لہذا ان پر کا دباؤ بھی کمتر ہوتا ہے۔ بدینہ وجہ پنکھے اس طرح گھومتے ہیں گویا فوران کی بجلی ہوئی سطح کو بہ نسبت بجلی سطح کے زیادہ ڈھکیٹتا ہے۔

میکسول کے برقی مقناطیسی نظریہ سے نور کے دباؤ کی قیمت بخوبی محسوب ہوتی ہے۔ پچھلے محققین کی ناکامیابی کی وجہ زیادہ تر اس دباؤ کی

قدیم کے محقق لکھتے ہیں: "یہ نظریہ (Newton) نے اور اس کے بعد
 ۱۷۰۴ء میں اس کو نیوٹن اور ۱۷۰۵ء میں نیوٹن اور ۱۷۰۶ء میں (Nichols and Hull) نے
 اپنی کتاب میں استعمال کر کے نہ صرف اس دباؤ کی تصدیق کی بلکہ
 اس کے لیے وہی قیامت ہے جو میکسول کے نظریے سے برآمد ہوتی ہے
 خاصہ اس کے اندر یہ بات اندر گیس کا اثر ملاحظہ کرنے کے لیے نیوٹن اور ۱۷۰۶ء
 میں تھامس کے شیشے کے دو مستطیر قوس لٹکانے چکی صرف ایک سطح
 مستطیل تھی اس ایک کٹائی پیدا کرنے والی سطح کے استعمال سے نور کا دباؤ دو چار
 ہو گیا اور اس کے اثر میں جو تبدیلی کی واقع ہوئی اس سے قوسی لمب سے نور کی پھسل
 حالت کی کچھ تبدیلیاں دیکھیں کہ عموماً اور محققوں میں سے اس کو گزاد کر اسی
 حالت سے اسے مستطیر کو کافی ایسا جزو باقی نہیں رہا جو شیشے کی سطح کو گرم
 کر کے تپائی جانے کا مستطیر جو شیشے کی قوسوں کی شیشے اور چاندی کی سطحوں
 کو منحنی کی حالت میں جو انحراف واقع ہوتے ان کی نسبت
 احتیاط کے ساتھ بیان کی گئی ہے شیشے کی سطح پر جب اشعاع واقع ہوتا تھا تو
 گیس کی بلکہ انحراف کو دیکھا گیا اور دوسرے کی مخالفت سمتوں میں عمل کرتے تھے
 لیکن جب شیشے کی سطح پر اشعاع واقع ہوتا تھا تو یہ دباؤ ایک ہی سمت میں عمل
 کرتے تھے یہ طبیعی دوسری صورت میں ہوتا ہے انحراف مشاہدہ ہوتے تھے۔ اس
 طرح گیس کی سطح کا قط کر کے نور کے دباؤ کی تصدیق کی گئی۔
 میکسول کی یہی سعادۂ اقبال ہے کہ یہ سمجھا جاتا ہے کہ برقی مقناطیسی
 سہولتیں بھی حرکت بھی شیشے سے نکلتی ہیں اور ان کی حرکت کی سمت میں
 جو مقناطیسی کشش ہے وہ ان میں کی قیامت کی اکائی جو جسم کے
 توانائی میں ان کا مجموعہ مقناطیس کے حاصل تقسیم کے مساوی ہے۔ پس نور کی
 پھسل معیار حرکت کی نسبت مساوی اور کی موج کی سمتی جابجائی سطح پر عموماً کے ساتھ
 زاویہ نہ بنائے اور اس کا جو ہے عموماً دارائی اکائی رقبہ سطح فی نانچہ توانائی
 منتقل جو کوئی نانچہ فی اکائی رقبہ معیار حرکت ہندسہ کی جگہ پر ہے اس کے
 متعلق جو کوئی نانچہ فی اکائی رقبہ معیار حرکت ہندسہ کی جگہ پر ہے اس کے

جس میں سہ نور کی رفتار ہے۔ اس سے

ی جم' فہ عادی دباؤ اور ی جم فہ جب فہ ماسی زور (stress)

پیدا ہوتے ہیں۔

اگر موج بالکلیہ جذب ہو جاتی ہے تو مندرجہ بالا دونوں قوتیں موجود ہوتی ہیں۔
اگر موج بالکلیہ منعکس ہوتی ہے تو منعکس پنسل ایک مساوی عادی دباؤ
کرتی ہے اور مساوی و مخالف ماسی زور۔ اس لیے دباؤ میں صرف عادی دباؤ

بدر ی جم' فہ پیدا ہوتا ہے۔

اگر واقع موج کی صرف ایک کسر (س) منعکس ہوتی ہے تو واقع اور منعکس
موجوں سے

عادی دباؤ (۱+س) ی جم' فہ اور ماسی زور (۱-س) ی جم فہ جب فہ پیدا
ہوتے ہیں۔

پس اس سے واضح ہے کہ نور کی پنسل جس سطح پر واقع ہوتی ہے اس پر ایک دباؤ
پیدا ہونا چاہیے۔ یہ دباؤ بہت ہی قلیل ہے۔ چنانچہ سطح زمین پر آفتاب کے
شعاع کے لیے ی کی قیمت 10×0.145 آرگ فی ثانیہ فی اکائی رقبہ
ہے۔ اگر ہوائے انتخاب کا لحاظ رکھ کر حساب کیا جائے۔ پس اگر سطح کامل
یاد ہو اور شعاع عادی واقع ہو تو عادی جزو کی مقدار صرف

$$10 \times 0.145 = 1.45 \times 10^{-8} \text{ ڈائن فی مربع سمرچے} = 1.45 \times 10^{-8}$$

پائینٹنگ (Poynting) نے آفتاب سے زمین کے فاصلہ پر ایک

چوٹے کرہ پر کے اشعاعی دباؤ اور مادی کشش (قوت مادہ آفتاب) کا ذیل کے
نردھوں کے ساتھ مقابلہ کیا:

ص = کرہ کا نصف قطر = اس کی کثافت - اس کی سطح اشعاع کی کال جاؤ۔
اور اس کے ہر ذرہ کی ایک ہی تپش - اس پر آفتاب کا اشعاع = ی ارگ فی ثانیہ
فی مربع سمر - آفتاب سے اس کو معیار حرکت فی ثانیہ $\frac{\pi \text{ ص}^2 \text{ ی}}{\text{سمر}}$ حاصل ہوتا ہے۔
چونکہ خود اس کا اشعاع تمام سمتوں میں مساوی ہوتا ہے اس لیے اس کا حاصل صفر ہے۔
زمین کے فاصلہ پر آفتاب کے جاؤ کا اسراع تقریباً ۵۹.۵ سمر فی ثانیہ
فی ثانیہ ہے - پس

$$\frac{\pi \text{ ص}^2 \text{ ی}}{\text{سمر} \times \frac{\pi}{4} \times \text{ص}^2 \times ۵۹.۵} = \frac{\text{اشعاعی دباؤ}}{\text{قوت جاؤ بہ}}$$

یہ دونوں اس وقت مساوی ہونگے جبکہ ص = $\frac{۳}{۴} \times \frac{\text{ی}}{\text{سمر} \times ۵۹.۵}$
اگر ڈی کو اکائی مانیں اور ی کی قیمت ۱۰.۵ × ۱۰ اور سمر کی قیمت ۱۰ × ۳
درج کریں تو ص = ۱۰×۴۳ سمر برآمد ہوتی ہے جو شریخ نور کے
طول موج کے تقریباً مساوی ہے۔ نور کے جاؤ کو دو تاروں کی روم کی تشکیل اور تاروں
کی اندرونی ساخت کی تحقیق میں بڑی اہمیت حاصل ہے۔

نواں باب

ایتھر اور مادے کی اضافی حرکت۔ نور ایتھر کی

موجی حرکت کا نتیجہ ہے۔ فرینیل اور اس کے ہم خیال محققین نے ایتھر کو ایک پچکدار غوس مان کر اس موجی حرکت کے متعلق جو مفروضے قائم کیے تھے اُن کا سابقہ ابواب میں کسی قدر تفصیل کے ساتھ ذکر آچکا ہے۔ کڈک میکسول نے ان مفروضوں سے اختلاف کر کے نور کو برقی مقناطیسی موجی حرکت کا نتیجہ قرار دیا۔ اگرچہ اس حرکت کے لیے بھی ایتھر کی ضرورت باقی رہتی ہے۔ لیکن ایتھر کو پچکدار غوس کے خواص کی محتاجی نہیں رہی۔ نور کے اس برقی مقناطیسی نظریہ کے مبادیات مؤلف کے زائد مضمون برق میں طبع ہو چکے ہیں۔ بہ خوفِ طوالت اس مضمون کو یہاں از سر نو تفصیل کے ساتھ بیان کرنا مناسب نہ سمجھا گیا۔

جب نور کے متعلق یہ فرض کر لیا جاتا ہے کہ وہ ایتھر کی برقی مقناطیسی موجی حرکت کا نتیجہ ہے تو یہ امور کہ مادی اجسام کی حرکت سے برقی مقناطیسی موجوں کی اشاعت پر کیا اثر پڑ سکتا ہے اور اس سے کس قسم کے مظاہرِ صوت پذیر ہو سکتے ہیں بڑی اہمیت کے مسائل بن جاتے ہیں۔ اس نوع کے جب تجربے کیے گئے تو ایسے نتائج مشاہدہ ہوئے جو اُس وقت کے عارضی مسئلہ اصول کے لحاظ سے غیر متوقع تھے۔ چنانچہ یہ سمجھا گیا تھا کہ تمام فضاء ایتھر سے بھری ہوئی ہے اور مادہ جب حرکت کرتا ہے تو ایتھر ساکن رہتی ہے اور اس لیے مادہ کی حرکت ایتھر کے لحاظ سے اضافی ہوتی ہے۔ عام طور پر جب کسی جسم کی رفتار بڑھتی جاتی ہے تو وہ اضافی رفتار ہی ہوتی ہے جو کسی دوسرے جسم کو بہ نظر ہولت ساکن مان کر ثابت جاتی ہے۔ اس مفروضہ کے بموجب کہ ایتھر تمام فضاء میں پھیلی ہوئی ہے۔

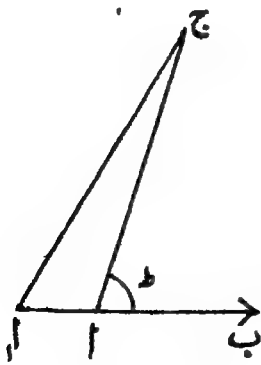
اور ساکن ہے اگر ایتھر کی اضافت سے کسی متحرک جسم کی رفتار کی پیمائش کی جائے تو وہ رفتار مطلق ہونی چاہیے۔ لیکن جب اجسام کی حرکت سے برقی مقناطیسی مظاہر (جن میں نور بھی شامل ہے) پر پیدا ہونے والے اثرات کا مطالعہ کیا گیا تو ایسے پیچیدہ نتائج برآمد ہوئے جن کی توجیہ اس وقت کے مستند اصول سے نہ ہو سکی اور مطلق رفتار کا مسئلہ حل کرنے کی کوشش کا رآمد ثابت نہ ہوئی۔

ضلا لٹ نوں (Aberration) — جیمز بریڈلی

(James Bradley) کو ۱۷۲۵ء میں ستارہ جہنتین (γ Draconis) کی ظاہری وضع یعنی فلکی مقام میں خفیف سی دوری تبدیلیاں مشاہدہ ہوئیں۔ بعد کزیادہ تفصیلی تحقیقات سے معلوم ہوا کہ تمام ثوابت یعنی ثابت ستاروں کی ظاہری وضعوں میں اس قسم کی دوری تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں۔ جن کا باعث محض آفتاب کے اطراف زمین کی مداری گردش ہے۔ ہر ستارہ سال تمام میں ایک ناقص میں حرکت کرتا ہوا دکھائی دیتا ہے جس کا نصف محورِ اعظم طریقِ شمس یعنی مدارِ زمین کے مستوی کے متوازی ہے اور زایدی طول $\epsilon = 23.5^\circ$ ثانیہ رکھتا ہے۔ جو ستارے طریقِ شمس میں واقع ہیں ان کے لیے اس ناقص کا محورِ اقل صفر ہوتا ہے اس لیے وہ محض ایک خطِ مستقیم میں حرکت کرتے نظر آتے ہیں۔ جو ستارے

طریقِ شمس کے قطب پر واقع ہیں ان کے لیے یہ ظاہری دوری حرکت کا ناقص دائرہ کی شکل اختیار کرتا ہے۔ فرض کرو کہ زمین جب اپنے

مدار میں مقام ۱ (شکل ۱۴۴) پر واقع ہے ایک شخص ستارہ ج کی طرف دور بین لگائے دیکھ رہا ہے۔ اگر اس وقت زمین کی مداری حرکت (محوری گردش کے اثر کو نظر انداز کر کے) سمت اب



شکل ۱۴۴

میں ہوتو دُور زمین کو ستارہ کی حقیقی سمت | ج میں اُل رکھنے سے شاہہ دکھائی نہ دے گا بلکہ اس کو اس سے ذرا زیادہ سمت | ج میں جھکانے کی ضرورت ہوگی۔ اس لیے کہ اگر یہ فرض کیا جائے کہ ج | دُور زمین کے دباؤ سے چشمہ کے سطحی ایلوں تک کا فاصلہ ہے تو ستارہ سے آنے والا نور جتنی دیر میں یہ فاصلہ طے کرتا ہے اتنی دیر میں زمین اپنے مدار میں | سے گھر کر | تک پہنچ جاتی ہے اور اس طرح نور کی شعاعیں دُور زمین کی تلی کی دیواروں سے ٹکرانے پر پائینگی بلکہ اُن سے بچ کر سیدھی سطحی تاروں تک پہنچ جائیگی۔

پس ظاہر ہے کہ ستارہ کی حقیقی اور ظاہری سمتوں کے درمیان زاویہ | ج | کی پیمائش

$$\text{جب } | ج | = \frac{| ج |}{| ج |} = \frac{| ج |}{| ج |} \text{ سے ہوتی ہے}$$

چونکہ $\frac{| ج |}{| ج |} = \frac{\text{رفتار زمین}}{\text{رفتار دُور}}$ اور رفتار دُور کے مقابل میں رفتار زمین (تقریباً ۱۸ میل فی ثانیہ) بہت تحلیل مقدار ہے اس لیے زاویہ | ج | کی پیمائش کی مساوات میں بجائے $\frac{| ج |}{| ج |}$ کے $\frac{| ج |}{| ج |}$ لکھا جاسکتا ہے اور بجائے جب | ج | کے اس کا وہی پیمانہ | ج | ہے۔ پس

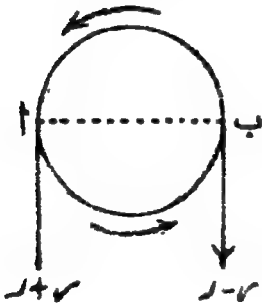
$$> | ج | = \frac{| ج |}{| ج |} = \text{جب } | ج | = \frac{| ج |}{| ج |} \text{ جب } | ج |$$

ط اگر ۹۰ ہوتو > | ج | کی قیمت اعلیٰ ہوتی ہے اور = ۹۰ و ۱۸۰ ثانیہ۔ طالب علم کو بخوبی یاد رکھنا چاہیے کہ نور کی اس قسم کی "اضدادات" محض اس وقت کے مشاہدہ ہوتی ہے کہ زمین کی رفتار اس کے مدار میں یکساں نہیں ہے۔ اگر زمین خط مستقیم میں ایک ہی رفتار کے ساتھ حرکت کرتی ہوتی تو تمام ستارے اپنے اپنے حقیقی مقاموں سے (یعنی زمین کے تعلقاً ساکن) ہونے کی صورت میں مشاہدہ ہوتے) مساوی مقدار میں بٹے ہوئے نظر آتے۔ ان کا یہ چٹاؤ کبھی دریافت

نہ ہو سکتا۔ اس لیے کہ زمین کے ساکن ہونے کی صورت میں ستاروں کے جو مقام ہوتے غیر معلوم ہوتے۔ پس واضح ہے کہ ”ضلا لیت نور“ کا تعلق ان مظاہر سے ہے جو غیر یکسانی حرکت کی وجہ سے وقوع میں آتے ہیں۔
اس لیے ضلا لیت نور ستاروں کی حرکت کے غیر تابع ہے اور ہیں وجہ زمین کے لحاظ سے ان کی جو اضافی حرکت ہوتی ہے اس کے بھی غیر تابع ہے۔

مبداء نور کی حرکت کا اثر رفتارِ نور پر۔

(۱) جبکہ مبداء اور نور دونوں ایک ہی خطِ مستقیم میں حرکت کرتے ہیں۔ مثلاً دُہرے ستاروں کی بعض وضعوں میں۔ ملاحظہ ہو شکل ۱۴۵۔



شکل ۱۴۵

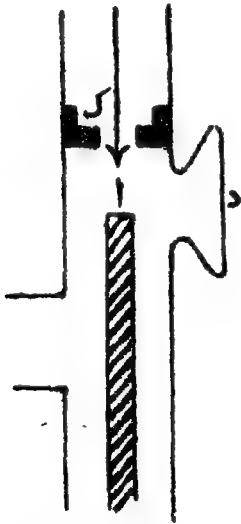
فرض کرو کہ اب ایک مریخی یا طیف نامائی دُہرے ستارہ کا نظام ہے۔ ستارہ کے ارکان اگر ایک دُہرے سے بمحافظ زاویہ فاصلہ کافی دور ہیں تو طاقتور دوربین میں وہ ایک دُہرے سے علیحدہ لیکن مشترک مرکز ثقل کے گرد مہینہ مداروں میں حرکت کرتے ہوئے نظر آئینگے۔ اگر کافی دور نہ ہوں تو ستارہ کے دُہرے ہونے کا پتہ

اس طرح چلیگا کہ ان کے طیفی خطوط عموماً ہر وضع میں دُہرے نظر آئینگے الا اس خاص وضع کے جبکہ ستارہ کے ارکان اب کے علی القوائم قطر کے سرے پر واقع ہوں گے۔ [سہولت کی خاطر یہ فرض کیا جاتا ہے کہ مشاہدہ کرنے والا ۱ اور ۲ پر پھینچے ہوئے تیروں کی سمت میں اور مدار کے مستوی میں واقع ہے۔ جب ستارہ کا ایک رکن ۱ پر ہوگا تو اس کی رفتارِ نور کی رفتار کی سمت میں ہوگی اور جب ۲ پر ہوگا تو نور کی رفتار کی مخالف سمت میں ہوگی۔ اگر نور کی رفتار ستارہ کی اضافت سے سا ہو تو یہ فرض کر کے کہ مشاہدہ کرنے والا ساکن ہے

نور کی رفتار سے c کے پاس مشاہد کی اضافت سے $c + v$ رہوگی اور b کے پاس $c - v$ چونکہ c پر نور کی اشاعت کی رفتار زائد ہے اس لیے رکن ستارہ کا a پر پہنچنا بمقابلہ b پر پہنچنے کے قبل از وقت مشاہد ہوگا بعض حالات میں a اور b پر پہنچنے کے اوقات ایک ہی مشاہدہ ہونگے۔ رکن ستارہ a اور b پر فی الحقیقت جن اوقات میں موجود ہوتا ہے وہ ڈوپلر (Doppler) کے اثر کے ذریعہ سے دریافت کر لیے جاسکتے ہیں۔ یہ ممکن الامتہ (♂ Aurigae) کے دھڑے ستارہ کے نظام کی حرکتوں کا مشاہدہ کیا گیا

تو یہ امر پایہ ثبوت کو پہنچا کہ نظام کے پورے مدار کے اندر رفتار نور کا تغیر قطعی طور پر ستارہ کی رفتار کے 1.0×10^5 حصہ سے بھی کمتر ہے۔

(ب) جبکہ مبدا اور نور کی باہر دیگر علی القوائم سمتوں میں حرکت کرتے ہیں۔ جے۔ اسٹارک (J. Stark) نے اس کا مشاہدہ ہائیڈروجن کی مثبت شعاعوں کے ساتھ کیا۔ ملاحظہ ہو شکل (۱۳۶) کی تھوڑک کے سوراخ میں سے مثبت برقیات گزرنے والے ہائیڈروجن



شکل ۱۳۶

کے جواہر تیر کی سمت میں 10^5 بحر فی ثانیہ تک کی رفتاروں کے ساتھ حرکت کرتے ہیں۔ اور فلوئی سطح a سے ٹکراتے ہیں۔ اس فضا کے اندر پارے کا کچھ بخار بھی سکون کی حالت میں واقع ہے۔ ہائیڈروجن کے متحرک جواہر اور پارے کے ساکن جواہر جو نور برآمد ہوتا ہے اس کا مشاہدہ سطح a کے عین سامنے کیا جاسکتا ہے۔ درپچہ d کے باہر ایک طیف نما کو ترتیب دے کر اس کی جھری پر (جو ہائیڈروجن کے جواہر کی سمت حرکت کے متوازی

ہے) a کے پاس کے سنور خطہ کا مناظری خیال ماسکہ پر لایا جاتا ہے۔ پس

واضح ہے کہ اس تجربہ میں مشاہدہ کی سمت ہائیڈروجن کے جواہر کی سمت حرکت کے علی التوالم ہے۔ ان حالات میں جو طیفی خطوط تیار ہونگے ان کا طول فلزی سطح ۱ سے محدود ہوگا۔ اگر ہائیڈروجن کے جواہر کی حرکت سے ان سے برآمد ہونے والے نور پر ایک جنبی یا بغلی رفتار کا جزو عائد کیا جاتا ہے تو ہائیڈروجن کے طیفی خطوط بمقابل پارے کے ساکن جواہر کے طیفی خطوط کے زیادہ لمبے نظر آنے چاہئیں۔ جے۔ امسٹارک کے تجربہ میں مصرعہ بالا مفروضہ کے بموجب خطوط کی اس لمبائی کا اضافہ ۱۲ مر محسوب ہوا تھا۔ لیکن اس کا ثابہ بھی مشاہدہ نہ ہوا۔ پس ثابت ہوا کہ ہائیڈروجن کے متحرک جواہر سے برآمد ہونے والے نور کی رفتار یعنی وہی ہونی چاہیے جو پارے کے ساکن جواہر سے برآمد ہونے والے نور کی ہے۔ اس لیے نور کی اشاعت اس کے مبداء کی حرکت کے بالکل بغیر تابع ہے۔

ڈوپلر اثر — صوتیات میں طالب علم نے پڑھا ہوگا کہ مبداء

آواز اور سامع یعنی سننے والے کی اضافی حرکت سے آواز کا امتداد اس کے حقیقی امتداد سے بظاہر بدلا ہوا محسوس ہوتا ہے۔ اگر مبداء اور سامع کی رفتاریں مخالف سمتوں میں ہوں (یعنی حاصل مجموعی رفتار بڑھ جائے) تو امتداد بلند تر محسوس ہوتا ہے اور اگر یہ رفتاریں موافق سمتوں میں ہوں (یعنی حاصل مجموعی رفتار گھٹ جائے) تو امتداد پست تر ہوتا ہے۔ ڈوپلر نے مسئلہ میں جب مسائل نور پر اس اصول کے اطلاقی کی کوشش کی تو اس سے ایک قبیح غلطی سرزد ہوئی۔ اس نے خیال کیا کہ مسلسل طیف والے ستاروں کی رفتاروں کا ان کے رنگوں سے تعین ہو سکتا ہے۔ مثلاً جو ستارے نظام شمسی کی طرف آ رہے ہیں نیلے یا بنفشی نظر آنے چاہئیں، جو اس سے دور پڑے جارہے ہیں سرخ اور جو لمحاظ نظام شمسی ساکن ہیں سفید نظر آنے چاہئیں۔ یہ خیال اس لیے غلط ہے کہ مسلسل طیف میں اگر مرنی خطہ کے اشعاع بالائے بنفشی خطہ کی طرف منتقل ہوتے ہیں تو اسی طرح پائین سرخ خطہ کے اشعاع مرنی خطہ میں

منتقل ہو جائینگے۔ اور ستارے کے مائل مجموعی رنگ میں کوئی فرق نہیں محسوس ہوگا۔

ڈوپلر کے صوتیاتی اصول کی مسائل نور سے متعلق صحیح ترجمانی فیزو (Fizeau) نے کی۔ اس لیے فرانس اور بعض دیگر انگلستان سے باہر ملک میں اس اثر کو ڈوپلر فیزو اثر کہتے ہیں۔ اس اثر کی وجہ سے مبداء نور کے انجذابی طیفی (سیاہ) خطوط یا ایک دوسرے سے جدا منور طیفی خطوط اپنے صحیح مقاموں سے (جیسا کہ ساکن مبداء سے پیدا ہونے والے حوالہ کے طیفی خطوط کے مطالعہ سے دریافت ہوتا ہے) ہٹے ہوئے نظر آتے ہیں۔ رفتار نور کے مقابلہ میں ارضی اشیاء کی رفتاروں کو کوئی نسبت نہیں۔ اس لیے صرف اجرام فلکی کے طیفوں ہی سے ڈوپلر فیزو اثر کا مطالعہ ممکن ہے۔ اگر ستارہ نظام شمسی کی طرف تیز رفتار سے چلا آ رہا ہے تو اس کے طیفی خطوط طیف کے بنفشی پہلو کی طرف ہٹے ہوئے نظر آتے ہیں اور اگر ستارہ نظام شمسی سے دور ہو رہا ہے تو اس کے طیفی خطوط طیف کے سرخ پہلو کی طرف ہٹے ہوئے نظر آتے ہیں۔ خطوط کے ہٹاؤ کی مقدار ستارہ کی اضافی رفتار کے متناسب ہے۔ جیسا کہ ضابطہ ذیل سے واضح ہے۔

$$\lambda = \lambda_0 \frac{c \pm v}{c}$$

$$\therefore \text{فرلہ} = - \frac{v}{c} \quad \text{اور} \quad \text{فرلہ} = - \frac{v}{c}$$

جس میں λ متحرک مبداء کے کسی خاص طیفی خط کا طول موج ہے اور λ_0 اس کی گہی یا زیادتی λ اور v علی الترتیب نور اور مبداء کی رفتاریں ہیں۔ واضح ہے کہ اس ہٹاؤ کے مطالعہ کے لیے بڑی تحلیل طاقت کے طیف نما کی ضرورت ہے۔
داغنائے شمسی کی حرکت سے آفتاب کی محوری گردش کا پتہ چلا۔

جو داغ آفتاب کے استوائی خط پر واقع ہوتے ہیں ۲۵ و ۲۶ یوم (ارضی) میں ایک پورا چکر ختم کرتے ہیں۔ استواء سے دور خطوں پر جو داغ پیدا ہوتے ہیں ان کے چکر کی مدت اس سے زیادہ ہوتی ہے۔ جس سے ظاہر ہے کہ آفتاب کا مادہ ٹھوس جسم کے ماثل نہیں حرکت کرتا ہے اور اس کی سطح پر مختلف اقسام کی رگوں بہتی ہیں۔ چونکہ آفتاب کا نصف قطر ۳۳۰۰۰ میل ہے اس لیے اس کے استوائی حصہ کی خطی رفتار ۱۲۵ میل فی ثانیہ ہے۔

$$\text{پس } \frac{1}{\text{حرکت}} = \frac{360}{186000} = \frac{1}{516.666} \approx 0.001936 \text{ ایک}$$

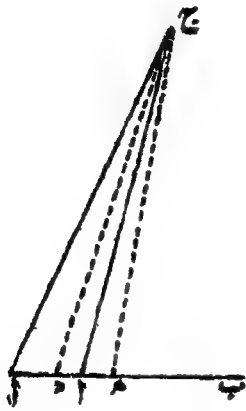
بڑی انکساری جالی کی تحلیل طاقت اس ہٹاؤ کے مطالعہ کے لیے کافی ہے۔ طیفی دھیرے ستاروں سے متعلق یہ بات یاد رکھنے کے قابل ہے کہ عام طور پر ان ستاروں کے ارکان کی مناظری قدروں میں اتنا بڑا تفاوت ہوتا ہے کہ ان میں سے صرف روشن تر رکن کا طیف دکھائی دیتا ہے یا اس کا فوڈ گراف لیا جاسکتا ہے۔ مار کے اندر دھیرے نظام کے اس روشن تر رکن کی گردش سے اس کے طیفی خطوط کی جو یا قاعدہ دوری حرکت مشاہدہ ہوتی ہے اسی سے اس نظام کے دھیرے ہونے کا پتہ چلتا ہے اور مدت دوران کا تعین ہوتا ہے۔ اگر کسی دھیرے ستارہ کے ارکان کی قدروں میں ایک قدر سے زیادہ کا تفاوت ہو تو کم روشن رکن کا طیف عموماً بھیانا نہیں جاسکتا۔

سب سے پہلا طیفی دھیر ستارہ جو مشاہدہ ہوا دب اکبر (Ursa major) کی صورت سماوی میں میژر (Mizar) نامی دھیرے ستارہ کا روشن تر رکن ہے۔ پیکرنگ (Pickering) نے ۱۸۵۷ء میں دریافت کیا کہ اس کے طیف کے سیاہ (انجذابی) خطوط $\frac{1}{4}$ ۲۰ دن کے وقفہ سے بالالتزام دھیرے نظر آتے ہیں۔ اب تک ایک ہزار سے زیادہ طیفی دھیرے ستارے دریافت ہو چکے ہیں اور ان کی تعداد روز افزوں ہے۔

ایتھر کا ”بھاؤ“ اور اس کی تعیین — ”ضالیت نہ“ کی

توجہ میں یہ مانا گیا تھا کہ فضائی ایتھر بالکلیہ ساکن رہتی ہے اور دور بین اور اس کے اندر کی ہوا ایتھر میں سے گزرتے ہیں۔ لیکن ایری (Airy) نے جب دور بین میں ہوا کے عوض پانی بھر کر مشاہدہ کیا تو ستاروں کا اتنا ہی ظاہری ہٹاؤ مشاہدہ ہوا جتنا کہ ہوا بھرنے سے ہوتا ہے۔ حالانکہ دور بین کی نلی میں پانی بھرنے کی وجہ سے نور کی رفتار اس کے اندر پہلے سے گھٹ جاتی ہے، مگر نور کی شعاعیں دور بین کے دہانے سے نکل کر پانی کے اندر جب جاتی ہیں تو مختلف زاویہ میں منعطف ہوتی ہیں۔ ان دونوں وجوہ سے ضلالت نور کی قیمت بڑھ جاتی چاہیے تھی۔ پس ہمیں یہ ماننا پڑتا ہے کہ دور بین کے اندر کی ایتھر اس کے ساتھ بہتی ہے جبکہ وہ پانی سے بھری ہوتی ہے۔ لیکن جب وہ ہوا سے بھری ہوتی ہے تو اس کے اندر کی ایتھر نہیں بہتی۔

ایتھر کے اس بہاؤ کی تعیین کے لیے شکل ۱۴ میں فرض کرو کہ ا ج ستارہ کی حقیقی سمت ہے اور ا ج اس کی ظاہری سمت۔ جب ستارہ کی شعاعیں دور بین کی نلی کے پانی میں مقام ج پر داخل ہوتی ہیں تو منعطف ہو جاتی ہیں۔ چونکہ ج ا شعاعوں کے وقوع کی سمت ہے اور ج ا عمود کی سمت اس لیے انعطاف کی سمت ج د ہوگی جس میں



شکل ۱۴

جب $\angle a-j = \angle a-d$ مر جب ا ج د جبکہ مر شیشہ سے پانی میں نور کا انعطاف نا زاویہ پھرنے ہونے کی وجہ سے

$$\angle a-j = \angle a-d$$

یا تقریباً $\angle a-j = \angle a-d$

دور بین کی تلی کے اندر پانی ہونے کی وجہ سے نور کی شعاعوں کی رفتار r کی نسبت میں گھٹ جاتی ہے۔ بالفاظ دیگر ان کے تلی میں سے گزرنے کا وقت t کی نسبت میں بڑھ جاتا ہے۔ اس عرض مدت میں دور بین کے چشمہ کے صلیبی تار بجائے اپر پہنچنے کے ہر پر پہنچنے کے۔

$$\text{جس میں } 11 \text{ م} = 11 \text{ م}$$

اس امر کی توجیہ کی جانی چاہیے کہ شعاعیں بجائے دپر پہنچنے کے r پر کیوں جا پہنچی ہیں۔ اس کے لیے ہمیں ماننا پڑتا ہے کہ جس عرض مدت میں شعاعیں دور بین کی تلی میں سے گزرتی ہیں ایتھر بقدر فاصلہ d پہنچتی ہے۔ یعنی جتنی دیر میں پانی بقدر 11 م فاصلہ طے کرتا ہے ایتھر فاصلہ d طے کرتی ہے۔ بالفاظ دیگر دور بین کے اندر کے پانی میں کی ایتھر اسی سمت میں حرکت کرتی ہے جس سمت میں پانی حرکت کرتا ہے۔ لیکن اس کی رفتار پانی کی رفتار کا $\frac{11}{d}$ حصہ ہے۔ پس ایتھر کے بہاؤ کی رفتار

$$= \frac{11}{d} r \text{ جس میں } r = \text{پانی کی رفتار}$$

$$= \frac{11}{d} r - r = r \left(\frac{11}{d} - 1 \right)$$

$$= \left(\frac{11}{d} - 1 \right) r = \left(\frac{1}{\frac{d}{11}} - 1 \right) r \text{ جس میں } r = \text{پانی کا انعطاف نا}$$

$$\text{اور } \left(\frac{1}{\frac{d}{11}} - 1 \right) = \text{ایتھر کے بہاؤ کی قدر}$$

یہ جملہ سب سے پہلے فرینیل نے اخذ کیا۔ واضح ہے کہ اگر تلی میں ہوا بھری ہو تو چونکہ ہوا کے لیے $r = 1$ ایتھر کے بہاؤ کی رفتار صفر ہو جاتی ہے۔

ایتھر کے بہاؤ کی رفتار کے لیے فرینیل کا طریقہ
 فرض کرو کہ شیشہ کی ایک تختی ایتھر میں رفتار r کے ساتھ حرکت کر رہی ہے
 $\theta =$ ایتھر کی کثافت ρ حصار میں

$\theta =$ ایتھر کی کثافت شیشہ میں اور θ کی قیمت θ سے زیادہ ہے
 ان حالات کے تحت واضح ہے کہ شیشہ کے اندر کی ایتھر ایک حد تک اس کے
 ساتھ کھینچی ہوئی آسٹگی کیونکہ اگر وہ ساکن رہے تو شیشہ اس مقام سے حرکت
 کر جائیگا جہاں ایتھر کی کثافت زیادہ ہوگی۔
 اب فرض کرو کہ ایتھر کے بہاؤ کی رفتار r ہے۔ چونکہ شیشہ کی سطح کے
 کناروں پر سے کوئی بہاؤ واقع نہیں ہوتا اس لیے اس کے سامنے کی سطح کے
 اندر فی اکائی رقبہ ایتھر کی جو مقدار داخل ہوتی ہے $\theta = r$ اور جو مقدار
 فی اکائی رقبہ اس کے پیچھے کی سطح سے خارج ہوتی ہے $\theta = (r - r')$ چونکہ
 تختی کے اندر کی مقدار مستقل رہتی ہے اس لیے

$$\theta r = \theta (r - r') \Rightarrow r = (1 - \frac{\theta}{\theta}) r'$$

لیکن $\frac{\theta}{\theta} =$ مرآہ جو شیشہ کے انعطاف نما کا مرآہ ہے۔

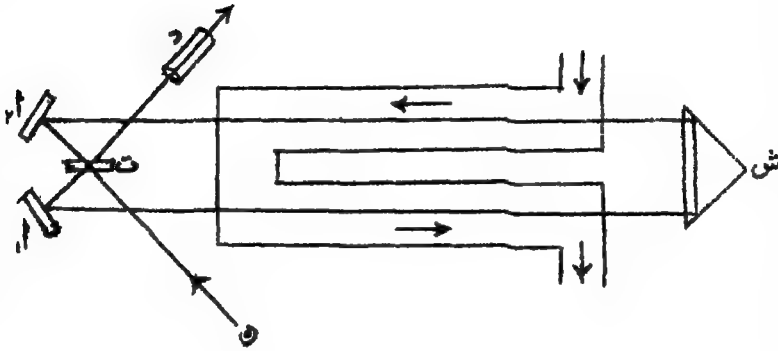
$$\therefore r = (1 - \frac{1}{\theta}) r'$$

یہ وہی رابطہ ہے جو سابقہ بحث سے حاصل کیا گیا تھا۔

فیسو (Fizeau) کا تجربہ - ایتھر کے بہاؤ کی

قدر کی تجربی تعیین سب سے پہلے فیسو نے ۱۸۵۱ء میں کی جس کے بعد
 مائیکلسن اور مورلے نے ۱۸۸۶ء میں اور بڑی باریکی کے ساتھ
 زمینانے ۱۹۰۸ء میں تجربے کیے۔ ان تجربوں کا اصول شکل ۱۳۸

کے معائنہ سے واضح ہوگا۔
میدان سے نور کی متوازی پٹیل نیم منقبض تختی پر واقع ہوتی ہے۔
یہاں وہ دونوں صفت حدت کی پٹیلوں میں تقسیم ہو کر ایک حصہ آئینہ ۱ پر منعکس ہوتا
ہے اور پھر وہاں سے ۹۰° زاویہ کے مغزور کش میں داخل ہوتا ہے۔ اور اس میں
دوسرے منعکس ہو کر آئینہ ۲ پر پہنچتا ہے۔ وہاں سے پھر تختی پر نوٹ آتا ہے۔
دوسرا حصہ عین اس کے مخالف راستہ سے گزرتا ہے۔ اس طرح پٹیل کے دونوں
حصے تختی میں آ کر دوبارہ مل جاتے ہیں۔ اور ان سے جو تھامی مظاہر رونما
ہوتے ہیں دوربین د میں مطالعہ کیے جاتے ہیں۔



شکل ۱۴

آئینہ ۱ سے فشار اور فشار سے آئینہ ۲ تک ان پٹیلوں کا راستہ
دو ٹیلیوں میں سے ہوتا ہے جن میں سے خاص رفتار کے ساتھ پانی بہتا
رہتا ہے۔ [زمین کے تجربہ میں ان ٹیلیوں کا طول تقریباً تین میٹر تھا اور
پانی کی رفتار پانچ میٹر فی ثانیہ تھی]۔ جیسا کہ شکل ۱۴ میں بتایا گیا ہے
ٹیلیوں میں پانی اس طرح بہتا ہے کہ نور کی پٹیل کا ایک حصہ پانی کے بہنے کی

سمت میں جاتا ہے۔ اور دوسرا حصہ اس کے مخالف سمت میں۔ پس اگر متحرک واسطہ (پانی) اپنے ساتھ ایتھر کو گھسیٹ کر لے جاتا ہے تو اس کا اثر یہ ہوگا کہ ایک نصف پٹیل کی رفتار میں اسراع پیدا ہوگا اور دوسرے نصف پٹیل کی رفتار میں ابطار۔ جس کی وجہ سے پٹیلوں کی مناظری راہوں میں تفاوت واقع ہوگا۔ اور اس لیے پانی کے سکون کی حالت میں جو تداعلی بند نظر آئے تھے وہ اب اپنی جگہ سے ہٹ جائیں گے تجربہ کرنے سے اس طرح کا جو مشاؤ مشاہدہ کیا گیا کہ ایک بند کی چوڑائی کے نصف یا مساوی رتبہ کا تھا۔ اور فریڈیل کے ضابطہ سے منطبق ہوتا تھا۔ چونکہ پانی کا انعطاف $\frac{1}{2}$ ہے اس لیے ایتھر کے بہاؤ کی قدر $(1 - \frac{1}{2}) = \frac{1}{2}$ تقریباً یعنی نور کی موجوں کی ہیئت کے اشاعت کی رفتار پانی کی رفتار کی تقریباً نصف ہو جاتی ہے۔ زیمان نے متحرک ٹھوس اشیاء (مثلاً شیشہ اور بلور کے استواؤں) کے ساتھ بھی تجربہ کیا اور نتیجہ فریڈیل کے ضابطہ سے منطبق پایا۔

پانی کی اس حرکت سے نور کی نصف پٹیلوں میں جو تفاوت ہیئت پیدا ہوتا ہے اس کی تصحیح کے لیے فرض کرو کہ نور کی رفتار خلا میں ہے اور پانی کی رفتار v ۔ اگر پانی کا انعطاف n نما اور پانی کا طول میں سے پانی بہتا ہے l ہو تو نصف پٹیلوں کے فلی میں سے گزرنے کی مدتوں میں تفاوت

$$\frac{l}{v} - \frac{l}{c} = \frac{l}{c} \left(\frac{1}{n} - 1 \right) + \frac{v}{c} \left(\frac{1}{n} - 1 \right) l$$

$$= \frac{l}{c} \left(\frac{1}{n} - 1 \right) \left(1 + \frac{v}{c} \right)$$

اس تفاوت اور ہوا میں نور کی رفتار کی مدد سے پٹیلوں کا تفاوت راہ اور تداعلی بندوں کا پٹاؤ محسوب ہو سکتا ہے۔

مائیکلسن اور مورلے (Michelson and Morley)

فاصلہ ل پر ایک ستوی آئینہ ا پنسل کے علی القواثم واقع ہے پنسل کا حصہ نصف ت میں سے منعطف ہو کر ا سے ٹکراتا ہے واپس ٹوٹ آتا ہے اور تختی سے منعکس ہو کر د کی طرف چلا جاتا ہے۔ تختی ت سے پنسل کا جو نصف حصہ منعکس ہو کر مستوی آئینہ ا سے ٹکراتا ہے وہاں سے تختی پر واپس ٹوٹ آتا ہے اور پھر اس میں سے منعطف ہو کر د کی طرف چلا جاتا ہے۔ اسی طرح پنسل کے دونوں نصف حصے مساوی مناظری طول کے راستے طے کرتے ہیں اور ان کے متداخل سے د پر متداخلی بند مشاہدہ ہو سکتے ہیں۔

فرض کرو کہ آلہ کا ایک بازو ت ا تجزیہ کے وقت زمین کی ماری رفتار کی سمت کے متوازی ہے۔ نو کو ت سے نکل کر ا تک جانے اور پھر ت پر واپس ٹوٹ آنے کے لیے وقت

$$\frac{1}{\frac{r}{c} - 1} \cdot \frac{l^2}{r} = \frac{l^2}{\frac{r}{c} - r} = \frac{l}{\frac{r}{c} - r} + \frac{l}{\frac{r}{c} + r} = \text{جی}$$

درکار ہے۔ چونکہ $\frac{l}{r}$ بمقابل اکائی کے بہت ہی قلیل مقدار ہے اس لیے

$$\text{جی} = \frac{l^2}{r} \left(1 + \frac{r}{c} \right) \quad \text{ہمایت قریب کے درجہ تک}$$

اب آئینہ ا سے واپس ٹوٹ کر آنے والے نصف حصہ پنسل پر غور کیا جائے تو معلوم ہو گا کہ نور تختی ت سے نکل کر آئینہ ا کے پاس جانے تک زمین کی مداری رفتار کی وجہ سے ا فضاء میں سمت ت ا کے متوازی فاصلہ لا آگے کو بڑھ جاتا ہے اور نور جب اس سے منعکس ہو کر تختی ت پر واپس ٹوٹتا ہے تو تختی مقام ت پر پہنچ جاتی ہے۔ گویا زمین کی اس مداری رفتار کی وجہ سے نور جو آئینہ ا سے منعکس ہوتا ہے فی الحقیقت اسی زاویہ ۲ عد ولے مساوی الساقین مثلث کے مساوی اضلاع پر سے گزرتا ہے جس میں عد زاویہ منالبتہ نور ہے۔

پس جب $\frac{r}{c} = 0$ اور مثلث کے جو دو مساوی ضلع ہیں ان میں سے

ہر ایک کا طول ط ذیل کی مساوات سے محسوب ہوتا ہے :-

$$^2\text{ط} = ^1\text{ل} + ^1\text{لا}$$

چونکہ $^1\text{لا} = \text{ط جب } \frac{\text{ط}}{\text{سر}} = \text{اس لیے}$

$$^2\text{ط} = ^1\text{ل} + \frac{^2\text{ط}}{\text{سر}}$$

$$\text{پس } \text{ط} = \frac{\text{ل}}{\frac{^2\text{ط}}{\text{سر}} - 1} = \text{ل} \left(\frac{\text{سر}}{^2\text{ط}} + 1 \right)$$

نہایت قریب کے درجہ تک
نور کو تختی سے نکل کر آئینہ اسے ٹکرانے اور واپس لوٹ آنے
کے لیے وقت

$$\text{وجہ} = \frac{^2\text{ل}}{\text{سر}} \left(\frac{\text{سر}}{^2\text{ط}} + 1 \right) \text{ صرف ہوتا ہے۔}$$

اور (وجہ - وجہ) یعنی زمین کی مداری رفتار کے متوازی اور علی التواضع
سمتوں میں جا کر متعلقہ آئینہ سے واپس لوٹ آنے کے اوقات میں تفاوت

$$\text{مف و} = \frac{^2\text{ل}}{\text{سر}} \left(\frac{\text{سر}}{^2\text{ط}} + 1 \right) - \frac{^2\text{ل}}{\text{سر}}$$

$$= \frac{\text{ل}}{\text{سر}} \left(\frac{\text{سر}}{^2\text{ط}} \right)$$

وقت کے اس تفاوت کا یہ مفہوم ہے کہ نور کی پینل کے دو نصف حصے تختی سے
پر جب آئینوں سے واپس لوٹ کر ملتے ہیں تو ان کی ہیئتوں میں اختلاف
واقع ہونا چاہیے بلحاظ اس صورت کے جبکہ زمین کی کوئی مداری رفتار نہ ہو
اور اس لیے اس فرضی صورت کے اعتبار سے تداخلی بندوں میں ہٹاؤ پیدا
ہونا چاہیے۔

مف و میں نور فاصلہ (مف و) سر طے کرتا ہے اس لیے

تداخلی بندوں کا ہٹاؤ (یعنی زور کے طویل نوج کی مقبوض میں پسوں کا تفاوت نہ ہو)

معدلہ = $\frac{\text{معدلہ}}{\text{معدلہ}} = \frac{\text{معدلہ}}{\text{معدلہ}}$

زمین کی مداری رفتار تو کسی وقت کسی طرح بھی ساقط نہیں ہو سکتی۔ رفتاری طور پر اس کا اثر مشاہدہ کرنے کے لیے تجربہ کے سائے آلائع کو ایک خاص وضع میں رکھ کر تداخلی بند مطالعہ کیے گئے اور پھر احتیاط کے ساتھ ان کو جلد ۹۰ زاویہ میں گھما کر تداخلی بندوں کا مکرر مطالعہ کیا گیا۔ چونکہ زمین کی مداری رفتار انتخاب کے گرد ۳۰ کیلومیٹر فی ثانیہ (تقریباً ۸۶۶ میل فی ثانیہ) ہے اس لحاظ سے مصرعہ بالا استدلال کی بناء پر تداخلی بندوں کے جس ہٹاؤ کی توقع کی جا سکتی تھی دو متواتر بندوں کے درمیانی فصل کا ۴۰ درجہ تھا۔ لیکن جو ہٹاؤ فی الحقیقت مشاہدہ ہوا صرف ۴۰۰ سے لے کر ۵۰۰ درجہ تھا۔ مائیکلسن کا یہ پہلا تجربہ مشاہدہ میں جامعہ برلن اور پھر یونیورسٹی آف امی کیا گیا۔ جو بھی ہٹاؤ مشاہدہ ہوا غالباً زیادہ تر آلات کے کچی اور ہمیشی غلوں کے باعث پیدا ہوا۔ واضح ہو کہ مناظری آلات کو ۹۰ درجہ میں گھمانے سے تداخل پیمانے کے بازو اپنی سابقہ وضعوں کے علی القوائم وضعوں میں منتقل ہو جاتے ہیں جس کی وجہ سے تداخلی بندوں جو ہٹاؤ پیدا ہونے کی توقع ہو سکتی ہے اُس متوقع ہٹاؤ کے دو چند ہے جو زمین کی مداری حرکت کے بمقارنہ اطلاق سے پیدا ہو سکتا ہے۔

مائیکلسن اور موسلے نے یہی تجربہ مزید احتیاط کے ساتھ مقام کلیولینڈ (Cleveland) میں ماہ جولائی ۱۸۸۷ء میں دہرایا۔ اہتر اوزوں سے بچنے کے لیے تجربہ کے مناظری آلات پتھر کی ایک وسیع تختی پر جائے گئے جو چاروں طرف سے بڑے حوض پر تیر رہی تھی اور انتصابی محور کے گرد دھولت کے ساتھ گھمائی جا سکتی تھی۔ ابکی دفعہ مناظری زاویہ کا طول ۱۱ میٹر تھا جو پتھر کی تختی پر جائے ہوئے آئینوں پر سے نور کی پسوں کو ایک سمت سے دوسری سمت میں متعدد مرتبہ پھیل کرانے سے حاصل ہوا تھا۔ تداخلی بندوں کا جو ہٹاؤ اس طرح مشاہدہ ہوا پتھر نے صرف ۵۰ کیلومیٹر فی ثانیہ ہٹاؤ کے متناظر تھا۔ ان تحقیقات کا سلسلہ عرصہ دراز تک جاری رہا۔ چنانچہ

موس نے اور ملٹر نے سب سے بڑے کرشنڈام تک اور اس کے بعد کیلا
ملٹر سال ۱۹۱۲ء سے حال حال تک اس آلہ کے ساتھ تجربہ کرتا رہا۔ ان کے
ملاوہ اور لوگوں نے بھی اس تجربہ کو بار بار دہرایا ہے۔ ملٹر جس کی تحقیقات کا سلسلہ
سب سے زیادہ وسیع ہے اس نتیجہ پر پہنچا ہے کہ ۱۰ سے ۱۱ کیلو میٹر فی ثانیہ
تک کا ایٹھر کا بہاؤ مشاہدہ ہو سکتا ہے جو زمین کی "مطلق رفتار" (۲۰۸ کیلو میٹر فی ثانیہ)
کا بیسواں حصہ ہے۔ واضح ہو کہ زمین کی "مطلق رفتار" فضا میں ستاروں کے
تیز سے چلتی ابر کے ایک نقطہ کی طرف محسوب کی گئی ہے جو مستوی مدار شمس
کے قطب ۲۰ صعوہ مستقیمہ ساعت اور میل ساوی۔ ۰۰ پر واقع ہے۔ مائکلسن
نے اپنے آخری تجربہ سے جو سال ۱۹۱۹ء میں کیا گیا تھا ایٹھر کے بہاؤ کی رفتار کے لیے
انتہائی قیمت ۱۰ کیلو میٹر فی ثانیہ اخذ کی۔ دوسرے محققین نے اس سے بھی کمتر
قیمتیں اخذ کی ہیں۔ ٹوماسشک (Tomaschek) نے بتایا ہے کہ یہ تجربہ
جب سیاروں اور ستاروں کا فور استعمال کر کے کیا جاتا ہے تو بھی یہی نتیجہ
برآمد ہوتا ہے۔ پس ہم یہ کہہ سکتے ہیں کہ

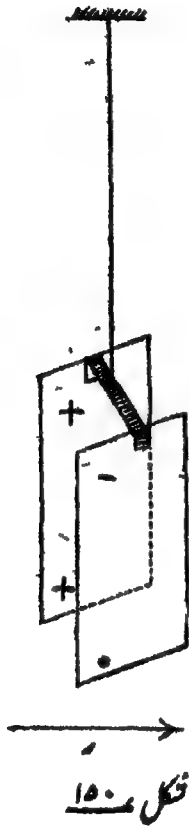
مائکلسن کے تداخل پیمانے ذریعہ جو تجربے کیے گئے ہیں
ان سے فی الواقعہ زمین کی مکمل "مطلق حرکت" ظاہر نہیں ہوئی۔
غالباً اس طریقہ سے کوئی بھی "مطلق حرکت" ثابت نہیں کی جاسکتی
ہے۔

[ٹراؤٹن اور نوبل (Trouton-Noble) کا تجربہ۔]

مناظری تجربوں کی طرح برقی اور مقناطیسی میدانوں کے ساتھ بھی تجربہ کر کے مادہ
ورنہ کی رفتاروں کی نسبت کے مربع یعنی (۲) کا اثر محسوس کرنے کی
توقع کی جاسکتی ہے۔ چنانچہ ٹراؤٹن اور نوبل نے تحقیقوں والے ایک
مکشفہ برقی کو تحقیقوں کے متوازی ریشہ کے ذریعہ لٹکا کر زمین کی حرکت کا اثر
محسوس کرنا چاہا۔ دیکھو شکل مندرجہ۔

اگر ہر تختی کا رقبہ س ہے اور ان دونوں کے درمیان عمودی فاصلہ ط

برقی بار کی سطحی کثافت σ تختیوں کے درمیانی واسطہ کا مستقل برق گزار ہو
تو کثیفہ کی تختیوں کے مابین برقی میدان
کے جو خطوط قوت ہیں کثیفہ ان کے
علی التوائم حرکت کرنے سے σ
قوت کا ایک متناطیسی میدان پیدا
کرتا ہے جس کی توانائی کی کثافت
ت $= \frac{1}{2} \sigma^2$ ہے
(جس میں σ برق گزار کی سطحی
نفوذ پذیری ہے)۔ لیکن



$\sigma = \sigma$

اگر r = رفتار حرکت (تختیوں کے متوازی)

پس $\sigma = \frac{1}{2} \sigma^2 r^2$

لہذا تختیوں کی درمیانی (جسم میں ط والی)
فضا میں کے متناطیسی میدان کی
مجموعی توانائی

$U = \frac{1}{2} \sigma^2 r^2$

کثیفہ کی برقی گنجائش $C = \frac{Q}{V}$ جس میں V اساسی برقی سکونی
مستقل ہے پس اگر کثیفہ پر مقدار برق Q اور تختیوں کے مابین تفاوت
قی ہو تو

$$\frac{Q}{C} = V = \frac{Q}{C} \therefore \frac{Q}{C} = \frac{Q}{C} = \frac{Q}{C}$$

متناطیسی میدان کی مجموعی توانائی

$$\frac{ن. ن. ر. س. م. م. ق.}{ط. ۲} = ۱$$

کثیف کی برقی سکونی توانائی

$$اب = \frac{۱}{۴} م. م. (\frac{ق.}{ط. }) س. ط$$

$$\frac{م. م. ق. س.}{ط. ۲} =$$

پس کثیف کی مجموعی مقناطیسی اور برقی سکونی توانائیوں میں نسبت

$$\frac{۱}{اب} = ن. ن. م. م. ر. یعنی ام = اب. ن. ن. م. م. ر.$$

لیکن نور کے برقی مقناطیسی نظریہ کی رو سے

$$ن. م. = \frac{۱}{سر. ۴} جس میں سر رفتار نور ہے$$

$$\therefore ام = ن. م. اب (\frac{۲}{سر. ۴})$$

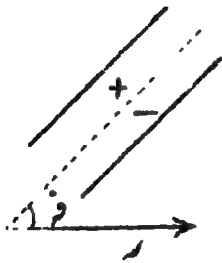
اگر رفتار حرکت تختیوں کے متوازی

نہ ہو بلکہ شکل (۱۵۱) کی طرح

ان کے ساتھ زاویہ فہ پر مائل ہو تو

بجائے ر کے رجم فہ لکھنا ہوگا

اور اس طرح



$$ام = ن. م. اب (\frac{۲}{سر. ۴}) رجم فہ$$

شکل ۱۵۱

پس مجموعی مقناطیسی اور برقی سکونی توانائیوں کا حاصل مجموعہ

$$۱ = اب (۱ + ن. م. \frac{۲}{سر. ۴} رجم فہ)$$

چونکہ اڈروئے قواعد حرکیات پر نظام کی توانائی بالقوہ کا رجحان ہمیشہ اقل قیمت اختیار کرنے کی طرف ہوتا ہے اور مکشفہ کی اس حامل مجموعی توانائی کی قیمت اقل ہوتی ہے جبکہ جم ذہ = صفر یعنی ذہ = ۹۰ اس لیے مکشفہ ایسی وضع کا متقاضی ہوگا کہ اس کی تختیاں سمت حرکت کے علی القوام ہوں۔

مکشفہ جب زاویہ فر ذہ میں گھومتا ہے تو توانائی کا تغیر

$$\text{فر} = ۱ - \text{شس}$$

جس میں شس گردش کا معیار اثر ہے۔ اور لہنی کی علامت سے ظاہر ہے کہ ذہ کے بڑھنے سے ا کی قیمت میں کمی واقع ہوتی ہے پس چونکہ ۱ یعنی برقی سکونی توانائی زاویہ ذہ کے غیر تابع ہے لہذا مکشفہ کا گردش معیار اثر

$$\text{شس} = \frac{\text{فر} ۱}{\text{فر ذہ}} = \text{ن مراب} \left(\frac{۱}{\text{فر ذہ}} \right) \text{ جم ذہ جب ذہ}$$

$$= \text{ن مراب} \left(\frac{۱}{\text{فر ذہ}} \right) \text{ جب ذہ}$$

پس یہ گردش معیار اثر اعظم ہوتا ہے جبکہ جب ذہ کی قیمت اعظم ہوتی ہے یعنی ذہ = ۹۰ یا ذہ = ۰۴۵ ، واضح ہے کہ یہ اثر (۱/فر) کے متناسب ہے اس لیے دوسرے رتبہ کا اثر ہے۔

ٹراوشن اور نوبل کا تجربہ مائیکلسن اور موسرلے کے تجربے سے زیادہ حساس بنایا جاسکتا ہے۔ اس لیے بار بار اور سطح بحر سے مختلف بلندیوں پر دہرایا گیا ہے۔ چنانچہ ٹوماسشک (Tomaschek) نے سمندر کی سطح سے ۳۵۰۰ میٹر کی بلندی پر بھی

آزایا تو معلوم ہوا کہ ایسا کوئی اثر محسوس نہیں ہوتا ہے جو ایتھر کے بہاؤ کی ۱۔۱ کیلومیٹر فی ثانیہ رفتار سے زائد رفتار کے متناظر ہو۔
پس برقی طریقہ بھی زمین کی ”مطلق حرکت“ کے اظہار میں قاصر ہیں۔

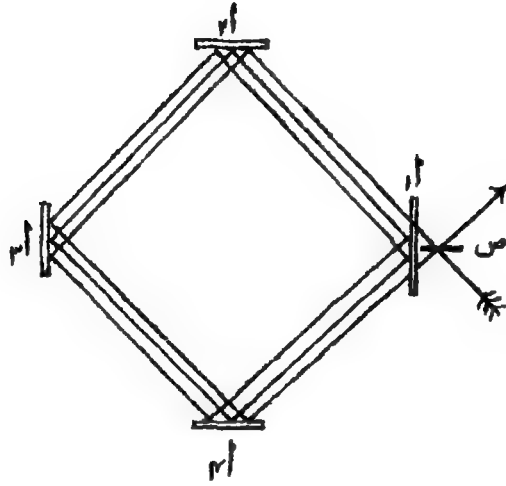
مائیکلسن اور موسر لے اور نیز ٹراونن اور نوبل کے قطعی تجربوں سے یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے کہ بلحاظ ایتھر آلات تجربہ اور مشاہد کی کوئی اضافی حرکت ثابت نہیں کی جاسکتی۔ پس زمین کی سطح ایتھر کے لحاظ سے وضع سکون میں ہے۔ یعنی زمین کے ساتھ اس کے اطراف کی ایتھر بھی حرکت کرتی ہے۔

تو تہ جاذبہ زمین پر بھی زمین کی حرکت کا اثر محسوس کرنے کے لیے تجربے کیے گئے تو دریافت ہوا کہ زمین کی فضائی حرکت کا جاذبہ زمین پر کوئی قابل لحاظ اثر نہیں ہے۔

سما آلیوسر لاج (Sir Oliver Lodge) کا تجربہ۔

اس تجربہ میں فولاد کے دو بڑے قرص تین تین فٹ قطر کے جو ایک دھری کے علی القوام ایک دوسرے کے اوپر ایک انچ فصل کے ساتھ مضبوط جوڑے گئے تھے بڑی تیز رفتار سے گھمائے گئے۔ قرصوں کے بیچ کی فضا میں سے دو متداخل (یعنی باہم دیگر متداخل پیدا کرنے والی) نور کی پنسلیں ایک مربع کے چار گوشوں پر مناسب وضعوں میں جائے ہوئے آئینوں سے ایک دوسرے کے مخالف سمتوں میں منعکس کرائی گئیں۔ دیکھو شکل ۱۵۱۔
جس میں ص ایک نصف مفضل آئینہ ہے اور ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ پنسلوں کے منعکس کرانے کے آئینے ہیں۔ پنسلیں بید ص پر سے مساوی حد میں منعکس اور منطف ہو کر ایک دوسرے سے ملحدہ ہوتی ہیں اور پھر چاروں آئینوں ۱، ۲ وغیرہ پر سے علی الترتیب منعکس ہوتی ہیں اور اس طرح گھاؤ کے محور کے گرد تین مرتبہ گھوم کر بالآخر ص ہی پر مل جاتی ہے۔

قرصوں کی تیز حرکت سے اگر ان کے درمیان کی ایتھر ان کے ساتھ کھینچی ہوئی آتی تو توقع کی گئی تھی کہ گردش سے قبل جو تداعلی بند مشاہدہ ہوئے تھے



شکل ۱۵۲

وہ گردش کی حالت میں اپنی جگہ سے منتقل ہو جائینگے۔ لیکن تجربہ کرنے سے معلوم ہوا کہ ایتھر کا اگر کوئی کھینچاؤ عمل میں آیا بھی ہے تو وہ اس قدر خفیف ہے کہ اُس کی وجہ سے فز کی رفتار میں قرصوں کی گردش کی رفتار کے ایک ہزارویں حصہ کی بھی تبدیلی نہیں واقع ہوئی۔

مداری حرکت میں زمین کا اپنے ساتھ ایتھر کو بھی لیے چلنا۔ مائیکلسن، مورے کے تجربہ سے ہم جس نتیجہ پر پہنچے ہیں کہ زمین اپنے ساتھ ایتھر کو بھی گھسیٹ کر لے جاتی ہے یا دوسرے الفاظ میں زمین کی سطح کے قریب برقی مقناطیسی مظاہر زمین کی اضافیت سے وقوع پذیر ہوتے ہیں بادی النظر میں سر آلیویرا لاج کے مصرعہ بالا تجربہ کے متناقض معلوم ہوتا ہے۔ لیکن لینارڈ (Lenard) نے بتایا کہ مادہ کی ساخت کے متعلق ہمارے جدید

معلومات کے لحاظ سے ان تمام نتائج کی ایک ساتھ توجیہ ہو سکتی ہے ہم اب ماننے لگے ہیں کہ مادہ غالباً بالکلیہ برقی مقناطیسی خاصیت رکھتا ہے۔ اس کے متعلقہ قوت کے میدان دور تک فضاء میں پھیلے ہوئے ہیں۔ یہ میدان اور اس لیے مادہ خود ایتھر کے خاص خاص مل ہیں جن کے ساتھ توانائی کی بڑی بڑی مقداریں وابستہ رہتی ہیں۔ پس عمارتیں کہیں کہیں ایک آدی جسم اپنے ساتھ اپنے قرب و جوار کی خود اپنی ایتھر کو لیے چلتا ہے ایسا ہی جیسا کہ اپنے تجاذبی قوت کے میدان کو۔ پس عام طور پر فضاء کے کس مقام پر بھی ایتھر کی حالت اس کے گرد و نواح کے مادے پر متوقف ہے۔ زمین کی سطح کے قریب زمین کی پوری کمیت کا اثر غائب آجاتا ہے۔ اس لیے کائنات کے بڑے بڑے اجسام اپنی سطحوں سے دور دور تک آگے کو نقلی ہوئی ایتھر کو بھی نصیب کر لے جاتے ہیں۔ بدیں وجہ زمین جیسے بڑے مادے جسم کے قریب میں جو برقی مقناطیسی مل صورت پذیر ہوتے ہیں اس کی اضافیت سے وقوع میں آتے ہیں۔ پس نور کی رفتار بھی جسم کی اضافیت سے سہا رہی ہے۔ فضاء کے اندر کائنات کے ان بڑے منفرد اجسام سے (جن کو اجرام فلکی کہتے ہیں) کافی دور فاصلوں پر ان کی متعلقہ مشنوں ایتھر ایک دوسرے میں مخلوط ہو جاتی ہیں اور ممکن ہے کہ فضاء کے ان بعید خطوں میں بقول لینارڈ ایک "انتہائی ایتھر" موجود ہے جو مادے سے آزاد تمام فضاء کو بھر رہی ہے۔

فلز جیرلڈ لورینٹس سکراؤ (Fitzgerald-Lorentz)

(Contraction) - مائیکلسن اور مورے والے تجربہ کے نتیجہ کی فلز جیرلڈ نے اشارہ میں اس طرح توجیہ کی :-
کوئی جسم جب ایتھر میں کافی تیز رفتار سے حرکت کرتا ہے تو قوت کے میدانوں کی تبدیلی کے ساتھ جسم کے اجزاء کو باندھ رکھنے والی قوتوں میں بھی تبدیلی واقع ہو سکتی ہے۔ اور اس کی وجہ سے مائیکلسن کے تداخل پیمائ کا وہ بازو جو زمین کی رفتار حرکت کے متوازی ہے ٹھیک اس قدر سکڑ جاتا

ہے کہ اس سمت میں نور کے جا کر واپس آنے کے لیے جو زائد وقت صرف ہوتا ہے (ایتھر کے پہاؤ کے مفروضہ پر) اس کی عین تلافی ہو جاتی۔ ۱۸۹۵ء میں لوسیٹینٹس نے اس مفروضہ کو باقاعدہ طریقہ پر پیش کر کے ثابت کیا کہ اگر کسی جسم کا حقیقی طول حالت سکون میں l ہے تو حرکت کی وجہ سے حرکت کی سمت میں

سے سکڑ کر $l \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$ ہو جاتا ہے جس میں v اور c علی الترتیب

جسم اور نور کی رفتاریں ہیں۔ پس شکل ۱۲۹ میں مدخل پیم کا بازو l

l نہیں بلکہ $l \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}$ تصور کیا جانا چاہیے۔ اور جو بازو اس کے تقریباً

علی القوائم ہے (در اصل متساوی اساقین مثلث کے مساوی ضلعوں کا طول) زمین کی رفتار کا اس پر اثر بہت ہی خفیف ہے اس لیے اس کا سکڑاؤ بالکل ناقابلِ لحاظ ہے۔ پس نور کو t سے l تک جا کر واپس لوٹ آنے کے لیے

$$l \sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2} = \frac{l}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{c}\right)^2}} = \frac{l}{\left(1 + \frac{1}{2} \left(\frac{v}{c}\right)^2 + \dots\right)} \text{ تقریباً}$$

صرف ہوتا ہے۔ واضح ہو کہ اتنا ہی وقت نور کو t سے l تک جا کر واپس

لوٹ آنے کے لیے محسوب ہوا ہے۔ یعنی دونوں اوقات بالکل مساوی ہیں۔

اس امر کا کہ آیا زمین اپنی مداری حرکت میں ایتھر کو اپنے ساتھ کھینچ کر لے جاتی ہے یا ایتھر ہر جگہ مطلق سکون کی حالت میں ہے، اصولاً قطعی تصدیق ممکن ہے۔

بشرطیکہ مائیکلسن مویرے والے تجربہ $\left(\frac{v}{c}\right)^2$ کی تعیین کا کوئی ایسا تجربہ

کیا جائے جس میں تجربی نظام کافی تیز رفتار کے ساتھ سطح زمین

کی اضافت سے حرکت کرے۔ اگر پہلا قیاس صحیح ہے تو تجربہ کا نتیجہ

(تداعلی بندوں کے ہٹاؤ کے لحاظ سے) اثبات میں برآمد ہوگا اور اگر دوسرا قیاس صحیح ہے تو نفی میں۔ لیکن سر دست اس قسم کے تجربے کی علمی دقتوں پر حاوی ہونا انتہا درجہ مشکل ہے۔ ہم پہلے قیاس کے بوجب مان سکتے ہیں کہ ایتھر زمین کے ساتھ کھینچی آتی ہے کیونکہ اس میں زیادہ سہولتیں ہیں اور دوسرے قیاس میں بعض اہم دقتیں جیسا کہ آگے چل کر بیان کیا جائیگا۔

آئنسٹائن کا اصول اضافیت (Einstein's)

(Principle of Relativity) - اس نظریہ میں آئنسٹائن نے متحرک واسطوں کی برقی حرکیات کو ایک منظم طریقہ پر قائم کرنے کی غرض سے دو اساسی اصول موضوعہ (postulates) پیش کئے۔ ایک یہ کہ خلا میں نور کی رفتار مستقل برآمد ہوتی ہے مشاہدہ کرنے والا خواہ کسی بھی حالت حرکت میں ہو۔ دوسرا یہ کہ اضافیت کا اصول فطرت کا ایک کالاً عالمگیر کلیہ ہے۔ طالب علم نیوٹن کی میکانیات کے اصول اضافیت سے قبل ازیں بخوبی واقف ہو چکا ہے۔ جس سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ میکانیات کے جملہ کلیے حوالہ کے محدود نظام کی یکساں خطی رفتار سے قطعاً متاثر نہیں ہوتے۔

لورینٹس وغیرہ نے ثابت کیا تھا کہ اصول اضافیت برقی مقناطیسی عملوں پر بھی صادق آتا ہے بشرطیکہ رفتار مادہ اور رفتار نور کی خطی نسبت یعنی (سر) ۱، ہا کی حد تک بحث محدود رہے۔ مائیکلسن، مورلے اور ٹراؤٹن، نوبل کے تجربوں کے منفی نتائج سے ثابت ہوا کہ زمین کی مداری حرکت (سر) کے دوسرے درجہ کی حد تک بھی کوئی اثر نہیں پیدا کرتی ہے۔ اسی کو پیش نظر رکھ کر آئنسٹائن نے بطور اصول موضوعہ پیش کیا کہ اصول اضافیت تمام طبیعی عملوں پر صادق آتا ہے۔

ذیل میں ہم آئنسٹائن کے ”اختصاصی“ (special) نظریہ اضافیت کا مختصر حال بیان کریں گے جو مادہ کی یکساں خطی رفتاروں سے متعلق اور ۱۹۰۵ء میں شائع کیا گیا [اس کے عام (general) نظریہ اضافیت پر جو

ماوہ کی اسراعی اور گردش حرکتوں سے متعلق ہے اور شائع میں شائع ہوا
یہاں بہت کم لکھنے کا موقع ملے گا۔
اگر کوئی حوالہ کا فریم (چوکھٹا یا قالب) جس میں کسی واقعہ (event)
کے محدود 'لا'، 'ما'، 'ی' اور 'و' ہیں یکساں رفتار کے ساتھ لا کے محور کی سمت
میں ایک دوسرے فریم کی انصاف سے جس میں اسی واقعہ کے محدود 'لا'، 'ی'
اور 'و' ہیں حرکت کر رہے ہوں تو نیوٹن کی میکانیات کی رو سے مندرجہ بالا
محدودوں کے سٹوں (Sets) کے مابین حسب ذیل مساواتیں رابطہ
ظاہر کرتی ہیں:-

$$\text{لا} = \text{لا} - \text{رو} \quad \text{ما} = \text{ما} \quad \text{ی} = \text{ی} \quad \text{و} = \text{و}$$

اب فرض کرو کہ عین اُس آن میں جبکہ محدودوں کے دونوں مبداء منطبق ہوتے
ہیں یعنی تمام محدود صفر ہیں، نور کی ایک موج مشترک مبداء سے پیدا ہوتی
ہے تو وقت و پر نور کے ناصیہ موج کے کسی نقطہ کے محدودوں کی مساوات

$$\text{لا} + \text{ما} + \text{ی} = \text{سرا} \quad \text{و} \quad \text{ہوگی} -$$

اس لیے کہ یہ ایک ایسے کُرہ کی مساوات ہے جس کا مرکز پینڈے پر ہو اور
نصف قطر 'سرو'، 'لا'، 'ما'، 'ی' اور 'و' محدودوں کی رقموں میں یہ مساوات

$$(\text{لا} + \text{رو}) + \text{ما} + \text{ی} = \text{سرا} \quad \text{و} \quad \text{ہو جاتی ہے} -$$

اور واضح ہے کہ یہ اُس کُرہ کی مساوات نہیں ہے جس کا مرکز نقطہ
'لا' = 'ما' = 'ی' = 'و' پر ہو۔

لیکن آئیٹنسٹائن کا منصوبہ ہے کہ ایسا ہونا چاہیے یعنی مساوات
'لا' + 'ما' - 'ی' = 'سرا' و 'و' صحیح ہونی چاہیے کہ ماٹکسن

اور موسر لے کے تجربہ سے ثابت ہو چکا ہے کہ نور کی رفتار تمام سمتوں میں

(تداخلی بندوں کے ہٹاؤ کے لحاظ سے) اثبات میں برآمد ہوگا اور اگر دوسرا قیاس صحیح ہے تو نفی میں۔ لیکن سرِ درست اس قسم کے تجربے کی عملی وقتوں پر حاوی ہونا انتہا درجہ مشکل ہے۔ ہم پہلے قیاس کے بموجب مان سکتے ہیں کہ ایتھر زمین کے ساتھ کھینچی آتی ہے کیونکہ اس میں زیادہ سہولتیں ہیں اور دوسرے قیاس میں بعض اہم وقتیں جیسا کہ آگے چل کر بیان کیا جائیگا۔

آئنسٹائن کا اصول اضافیت (Einstein's)

(Principle of Relativity)۔ اس نظریہ میں آئنسٹائن نے متحرک واسطوں کی برقی حرکیات کو ایک منظم طریقہ پر قائم کرنے کی غرض سے دو اساسی اصول موضوعہ (postulates) پیش کئے۔ ایک یہ کہ خلاء میں نور کی رفتار مستقل برآمد ہوتی ہے مشاہدہ کرنے والا خواہ کسی بھی حالتِ حرکت میں ہو۔ دوسرا یہ کہ اضافیت کا اصول فطرت کا ایک کمالاً عالمگیر کلیہ ہے۔ طالب علم نیوٹن کی میکانیات کے اصولِ اضافیت سے قبل ازیں بخوبی واقف ہو چکا ہے۔ جس سے یہ ثابت ہوتا ہے کہ میکانیات کے جملہ کلیے حوالہ کے متحدہ نظام کی یکساں خطی رفتار سے قطعاً متاثر نہیں ہوتے۔

لورینٹس وغیرہ نے ثابت کیا تھا کہ اصولِ اضافیت برقی مقناطیسی عملوں پر بھی صادق آتا ہے بشرطیکہ رفتارِ مادہ اور رفتارِ نور کی خطی نسبت یعنی (سر) کی حد تک بحث محدود رہے۔ مائیکلسن، مورے اور ٹراوٹن، نوبل کے تجربات کے منفی نتائج سے ثابت ہوا کہ زمین کی ماری حرکت (سر) کے دوسرے درجہ کی حد تک بھی کوئی اثر نہیں پیدا کرتی ہے۔ اسی کو پیش نظر رکھ کر آئنسٹائن نے بطور اصولِ موضوعہ پیش کیا کہ اصولِ اضافیت تمام طبیعی عملوں پر صادق آتا ہے۔

ذیل میں ہم آئنسٹائن کے ”احتمالی“ (special) نظریہ انا کا مختصر حال بیان کریں گے جو مادہ کی یکساں خطی رفتاروں سے متعلق اور ۱۹۰۵ء میں شائع کیا گیا اس کے عام (general) نظریہ اضافیت پر جو

ماوہ کی اسراعی اور گردش حرکتوں سے متعلق ہے اور ۱۹۱۵ء میں شائع ہوا یہاں بہت کم لکھنے کا موقع لینگا۔
اگر کوئی حوالہ کا فریم (چوکھٹا یا قالب) جس میں کسی واقعہ (event) کے محدود 'لا'، 'ما'، 'ئی' اور 'و' ہیں یکساں رفتار کے ساتھ لا کے محور کی سمت میں ایک دوسرے فریم کی اضافت سے جس میں اسی واقعہ کے محدود 'لا'، 'ما'، 'ئی' اور 'و' ہیں حرکت کر رہا ہو تو نیوٹن کی میکانیات کی رو سے مندرجہ بالا محدودوں کے سٹوں (Sets) کے مابین حسب ذیل مساواتیں رابطہ ظاہر کرتی ہیں:-

$$\text{لا} = \text{لا} - \text{رو} \quad \text{ما} = \text{ما} \quad \text{ئی} = \text{ئی} \quad \text{و} = \text{و}$$

اب فرض کرو کہ عین اُس آن میں جبکہ محدودوں کے دونوں مبداء منطبق ہوتے ہیں یعنی تمام محدود صفر ہیں، نور کی ایک موج مشترک مبداء سے پیدا ہوتی ہے تو وقت و پر نور کے ناصیئہ موج کے کسی نقطہ کے محدودوں کی مساوات

$$\text{لا} + \text{ما} + \text{ئی} = \text{سرا} \quad \text{و} \quad \text{ہوگی} -$$

اس لیے کہ یہ ایک ایسے کُرہ کی مساوات ہے جس کا مرکز پینڈے پر ہو اور نصف قطر 'سرو'، 'لا'، 'ما'، 'ئی' اور 'و' محدودوں کی رقموں میں یہ مساوات
(لا + رو) + ما + ئی = سرا و ہو جاتی ہے -

اور واضح ہے کہ یہ اُس کُرہ کی مساوات نہیں ہے جس کا مرکز نقطہ
لا = ۰، ما = ۰، ئی = ۰ پر ہو -

لیکن آئیٹنسٹائن کا منصوبہ ہے کہ ایسا ہونا چاہیے یعنی مساوات
لا + ما - ئی = سرا و صحیح ہونی چاہیے کہ مانگلسن
اور موسر لے کے تجربہ سے ثابت ہو چکا ہے کہ نور کی رفتار تمام سمتوں میں

ایک ہی ہے مشاہدہ کرنے والا خواہ پہلے حوالہ کے فریم سے تعلق رکھتا ہو یا دوسرے سے۔

لاسرھر اور لوسرینٹس کی برقی مقناطیسی تحقیقات سے متعلق چند اہم مساواتوں کی مدد سے (جو لاسرھر) لوسرینٹس کے استحالہ کے نام سے مشہور ہیں) آئنسٹائن کے اس منصوبہ کی تصدیق ہو سکتی ہے۔ وہ مساواتیں حسب ذیل ہیں :-

$$\text{لا} = \frac{\text{لا} - \text{رو}}{1 - \frac{\text{رو}}{\text{سر}}}$$

$$\text{و} = \frac{\text{و} - \frac{\text{رلا}}{\text{سر}}}{1 - \frac{\text{ر}}{\text{سر}}}$$

مساوات لا' + ما' + نئ' = سار' میں لا' ما' نئ' اور و' کی مندرجہ بالا قیمتیں تعویض کرنے سے فوراً ثابت ہوتا ہے کہ

$$\text{لا} + \text{ما} + \text{نئ} - \text{سار} = \text{لا} + \text{ما} + \text{نئ} - \text{سار}$$

یہ بات یاد رکھنی چاہئے کہ استحالہ کی مندرجہ بالا مساواتوں میں نشان زدہ (یعنی لا' ما' نئ' و') حروف اور غیر نشان زدہ (سادے) حروف یا ہمدیگر بدل دیے جانے پر بھی ان کی صحت برقرار رہتی ہے بشرطیکہ ساتھ ہی ر کے بجائے (- ر) لکھ دیا جائے۔

مہذا اگر لا' ما' و اور لا' ما' نئ' و علی الترتیب کسی دوسرے واقعہ کے پہلے اور دوسرے حوالہ کے فریم کے متحد ہیں۔ اور لا - لا کے لیے مف لا' و - و کے لیے مف و اور دوسرے ایسے مقادیر کے لیے بھی اس طرح لکھا جائے تو چونکہ

$$\frac{\lambda - r}{\frac{1}{2} \left(\frac{r}{r} - 1 \right)} = \lambda, \quad \text{ما} = \text{ما} = \text{ما} = \text{ما}$$

$$\frac{\frac{\lambda}{r} - r}{\frac{1}{2} \left(\frac{r}{r} - 1 \right)} = \text{اور و}$$

$$\frac{\lambda - \text{لا} = \text{مف لا} = \frac{\lambda - r - r - \text{لا} + \text{لا} + r}{\frac{1}{2} \left(\frac{r}{r} - 1 \right)} = \frac{(\lambda - \text{لا}) - r - r + r}{\frac{1}{2} \left(\frac{r}{r} - 1 \right)}$$

$$= \frac{\text{مف لا} - r - \text{مف و}}{\frac{1}{2} \left(\frac{r}{r} - 1 \right)}$$

اسی طرح و - و = مف و

$$= \frac{\frac{\lambda}{r} - r - \frac{\lambda}{r}}{\frac{1}{2} \left(\frac{r}{r} - 1 \right)} = \frac{\frac{\lambda}{r} - r - \frac{\lambda}{r}}{\frac{1}{2} \left(\frac{r}{r} - 1 \right)}$$

$$= \frac{(\lambda - \text{لا}) - r - r}{\frac{1}{2} \left(\frac{r}{r} - 1 \right)} = \frac{(\lambda - \text{لا}) - r - r}{\frac{1}{2} \left(\frac{r}{r} - 1 \right)}$$

پس خود محدودوں سے متعلق جیسا کہ دیکھا گیا۔

مف لا + مف ما + مف ئی - سر مف و = مف لا + مف ما + مف ئی - سر مف و
معمولی نیوٹن والی میکانیات میں جس میں مف و = مف و یہ مساوات

مف لا + مف ما + مف ی = مف لا + مف ما + مف ی ہو جاتی ہے۔

اور اس کا صرف یہی مفہوم ہے کہ دو واقعوں کے مابین فاصلہ پہلے اور دوسرے نظام میں ایک ہی قیمت رکھتا ہے۔ مندرجہ بالا دو آخری مساواتوں کی مشابہت کو دیکھ کر مینکوسکی (Minkowski) نے

$$\text{مف لا} + \text{مف ما} + \text{مف ی} = \text{مف ی} - \text{مف و}$$

کو فضا اور وقت کے مرکب چار ابعادی سلسلہ (Continuum) میں دو واقعوں کا درمیانی ایک قسم کا فاصلہ قرار دیا جو عموماً وقفہ کے نام سے مشہور ہے۔ پس معمولی ہندسہ میں جس طرح دو نقطوں کا درمیانی فاصلہ ایک مطلق مفہوم رکھتا ہے اسی طرح فضا اور وقت کے سلسلہ میں دو واقعوں کا درمیانی وقفہ بھی ایک مطلق مفہوم رکھتا ہے۔ اس لیے کہ اس کے لیے جو حلقہ اخذ ہوا ہے تمام محدودی فریموں میں جو ایک دوسرے کی اضافت سے یکساں حرکت میں ہوں ایک ہی شکل رکھتا ہے۔

لاسٹر لوسرینٹس کے استحالوں کی آئیٹنسٹائن نے اس طرح جو ترجمانی کی ہے اس میں بڑی خصوصیت یہ ہے کہ اس کے بموجب مطلق وقت (ایسا جو تمام مشاہدہ کرنے والوں کے لیے ایک ہی ہو) کوئی حقیقت نہیں رکھتا ہے۔ یعنی دو مشاہدہ کرنے والے جو ایک دوسرے کی اضافت سے حرکت میں ہوں کسی واقعہ کے وقوع کے متعلق نہ صرف اس کے مکان (یعنی مقام) کی تعین میں اختلاف رکھتے ہیں بلکہ اس کے زمان (یعنی وقت) کی تعین میں بھی۔

آئیٹنسٹائن کے نظریہ اضافیت کے ذریعہ لوسرینٹس - فلٹجیلر والے سکڑاؤ کی حسبِ ذیل توجیہ ہے:- فرض کرو کہ مشاہدہ م جس کے محدود لا، ما، ی اور و ہیں اپنی گھڑی سے ایک ہی آن میں دو نقطوں کا مشاہدہ کرتا ہے یعنی مف و = ۰ اور اس کے مشاہدہ سے ان دو نقطوں کے

درمیانی فاصلہ کی تعیین مف لا ہے۔

$$\text{پس استحالہ کی مساوات مف لا} = \frac{\text{مف لا - رمف و}}{\frac{1}{2} \left(\frac{2}{\text{رمف}} - 1 \right)} \text{ بوجہ اس کے کہ مف و} =$$

$$\text{مف لا} = \frac{\text{مف لا}}{\frac{1}{2} \left(\frac{2}{\text{رمف}} - 1 \right)} \text{ ہو جاتی ہے۔}$$

$$\text{یعنی مف لا} = \left(1 - \frac{2}{\text{رمف}} \right) \text{ مف لا}$$

لیکن مف لا ایک دوسرے مشابہ ب کے مشابہ سے اس فاصلہ یا طول کی تعیین ہے۔ پس ظاہر ہے کہ ۱ نے اس فاصلہ یا طول کی جو تعیین کی تھی ب کی تعیین سے بقدر نسبت $\left(1 - \frac{2}{\text{رمف}} \right)$: اکثر ہے۔ اور یہی نوس یندش والا سکڑاؤ ہے۔ اس طرح فرض کرو کہ مشابہ ۱ کے مشابہ سے دو واقعوں کے درمیانی مدت کی تعیین مف و ہے اور وہ اس کو ایک ہی مقام پر نظر آئے ہیں (یعنی مف لا = ۰)

$$\text{پس استحالہ کی مساوات مف و} = \frac{\text{مف و - رمف مف لا}}{\frac{1}{2} \left(\frac{2}{\text{رمف}} - 1 \right)}$$

$$\text{بوجہ اس کے کہ مف لا} = ۰ \text{ مف و} = \frac{\text{مف و}}{\frac{1}{2} \left(\frac{2}{\text{رمف}} - 1 \right)}$$

لیکن مف و ایک دوسرے مشابہ ب کے مشابہ سے اسی مدت کی تعیین ہے۔ پس جس مدت کی ۱ نے تعیین کی ہے ب اُس کی تعیین بقدر نسبت ۱ : $\left(1 - \frac{2}{\text{رمف}} \right)$ زائد کرتا ہے۔

آئینسٹائن کے نظریہ سے اضافی رفتار کا ضابطہ بھی معمولی حرکیات والے ضابطہ سے مختلف برآمد ہوتا ہے۔ چنانچہ اگر محور لا کی سمت میں کسی متحرک نقطہ کی رفتار r شخص کرتا ہے تو ب اس کو $r -$ شخص کرے گا یعنی

$$\frac{mf\lambda}{mf\omega} = \frac{mf\lambda}{mf\omega} - r$$

لیکن آئینسٹائن کے نظریہ کی رو سے چونکہ

$$\frac{mf\lambda}{mf\omega} = \frac{mf\lambda}{mf\omega} - r$$

$$\frac{\frac{mf\lambda}{mf\omega} - r}{\frac{1}{2}\left(\frac{r}{c} - 1\right)} = mf\omega$$

$$\frac{mf\lambda}{mf\omega} = \frac{mf\lambda}{mf\omega} - r$$

$$\frac{\frac{mf\lambda}{mf\omega} - r}{\frac{1}{2}\left(\frac{r}{c} - 1\right)} =$$

جو معمولی حرکیات والے ضابطہ سے مختلف ہے الا آنکہ س نامتناہی بڑا ہو۔

آئینسٹائن کی رائے کے بموجب اس مساوات سے فرینیل کے "اتھراوتے بہاؤ کی قدر" کی حقیقی توجیہ ہوتی ہے۔ چنانچہ اگر نور کی رفتار کسی ایسے جسم کے اندر جس سے مشابہ $\frac{1}{2}$ ملتی ہو $\frac{1}{2} = \frac{r}{c}$ ہے۔

مہ اُس جسم کا انعطاف نما ہے اور محدود نور کے ناصیہ موج سے متعلق ہوں،

$$\text{تب } \frac{\text{مف ل}}{\text{مف و}} = \frac{\text{ر}}{\text{م}} - \text{پس اس آخری ضابطہ سے}$$

$$\frac{\text{مف ل}}{\text{مف و}} = \frac{\text{ر} - \frac{\text{ر}}{\text{م}}}{1 - \frac{\text{ر}}{\text{م}}} = \left(1 + \frac{\text{ر}}{\text{م}}\right) (\text{ر} - \frac{\text{ر}}{\text{م}}) \text{ تقریباً}$$

اگر $\frac{\text{ر}}{\text{م}}$ چھوٹی مقدار ہے - یعنی

$$\frac{\text{مف ل}}{\text{مف و}} = \frac{\text{ر}}{\text{م}} - \frac{\text{ر}}{\text{م}} + \frac{\text{ر}}{\text{م}} \text{ اگر ر والی رقیں متروک کر دی جائیں}$$

$$\text{پس } \frac{\text{مف ل}}{\text{مف و}} = \frac{\text{ر}}{\text{م}} - \left(1 - \frac{1}{\text{م}}\right)$$

چونکہ یہ جسم مشاہد ب کی اضافت سے رفتار (ر) کے ساتھ حرکت کر رہا ہے یہ بعینہ فزینیل کا جملہ ہے جو اس جسم میں نور کی رفتار کے لیے ب مشخص کرتا ہے -

آئینسٹائن کا اختصاصی نظریہ اضافیت جس کا مختصر سا ذکر اوپر کیا گیا مادہ سے خالی فضاء سے تعلق رکھتا ہے جس میں مادی قوت تجاذب یا دیگر محل اثرات غیر موجود ہیں - جیسا کہ اوپر بیان کیا گیا ہے آئینسٹائن نے بعد کو ایک "عام" نظریہ اضافیت پیش کیا جس میں ان محل اثرات کو بھی شامل کر لیا جاتا ہے - ان حالات کے تحت بھی (جیسا کہ ہم نے انتہائی آسان مثال پیش کر کے بتایا تھا) دو واقعوں کے درمیان ایک مطلق "وقفہ" مانا جاتا ہے - لیکن اس وقفہ کے لیے جو جملہ اخذ ہوتا ہے سابقہ مختصر جملہ یعنی

$$|\text{مف ل}| + \text{مف م} + \text{مف ی} - \text{مف و} \text{ سے زیادہ عام اور پیچیدہ}$$

ہے لیکن بریں ہم محدودوں کے تفرقوں کا دو درجی تفاعل ہے - اس تفاعل کی نوعیت اور فضاء وقت (زمان مکان) میں مادی اجسام اور نور کے راستوں

کی تعیین آئیسنسٹائن کے مصرعہ شرائط سے کی جاتی ہے۔ ان شرائط کی وضع نامتغیر (Invariant) ہے، یعنی تمام مشاہدہ کرنے والے فضاء وقت کے وہ خواہ کوئی سے بھی محدود منتخب کریں، ان شرائط سے شامل طبیعی نتیجوں پر پہنچتے ہیں۔

آئیسنسٹائن کے عام نظریہ اضافیت اور نیوٹن کی میکانیات کے ایسا ہی اصولوں میں اگرچہ انتہائی فرق ہے لیکن اس کے باوجود اکثر و بیشتر صورتوں میں (اور علی الخصوص بڑے اجسام سے متعلق) ان دونوں طریقوں سے جو نتائج اخذ کئے جاتے ہیں ایک دوسرے سے تقریباً منطبق ہوتے ہیں۔ صرف چند ہی مثالیں پیش کی جاسکتی ہیں جن میں ان طریقوں سے صریحاً مختلف نتائج برآمد ہوتے ہیں۔ اور ان نتائج کی عملی طور پر جانچ بھی ہو سکتی ہے۔ چنانچہ ان امتحانوں میں کامیاب ثابت ہونے کے بعد ہی نقادان طبیعیات نے نظریہ اضافیت کو صحیح مانا اور نظری طبیعیات میں اس کا استعمال روز افزوں ہوتی کرتے لگا۔ وہ نتائج حسب ذیل ہیں :-

(۱) مدار عطارد کے نقطہ حضیض (Perihelion) کی آگے کو حرکت۔

(۲) تجاذب مادی میدان سے نور کی شعاعوں کا انحراف۔

(۳) طیف کے سرخ کنارہ کی طرف آفتاب اور ستاروں کے طیفی خطوط کا ہٹاؤ۔

(۱) عرصہ دراز سے ہیئت دانوں کو معلوم تھا کہ نیوٹن - کیلر کے

تجاذب مادی نظریہ سے عطارد کی مدار کی حرکت کی کامل توجیہ نہیں ہوتی ہے۔ اس اشارہ کو اپنی مداری گردش کے دوران میں آفتاب سے ایک قریب ترین مقام سے نکل کر اس کے بعد ہی کے دوسرے قریب ترین مقام پر پہنچنے کے لیے ۳۶۰° (ایک کامل زاویہ گردش) سے خفیف سے زائد زاویہ میں گھومنا پڑتا ہے۔ آئیسنسٹائن کے نظریہ سے اس کی کافی ٹھیک توجیہ ہو جاتی ہے۔ اگر اس کامل زاویہ گردش کی مدت و ہو عطارد کے مدار کا نصف محور اعظم | اور مدار کا خروج المرکزہ تو اس زائد زاویہ کی قیمت عام نظریہ اضافیت

$$\begin{array}{r} ۲۱ \quad ۲۲ \quad ۲۳ \\ \hline + \end{array}$$

و^۱ سہ^۱ (۱- خہ^۱)

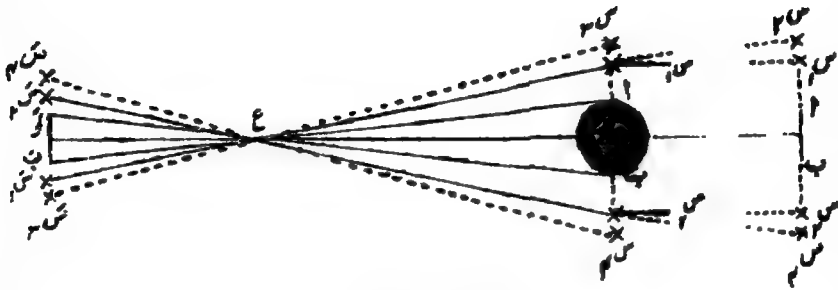
برآمد ہوتی ہے۔ جو ایک صدی میں + ۴۳ ثانیے ہے۔
 لوورے (Leverrier) نے ۱۸۵۹ء اور نیوکمب (Newcomb) نے ۱۹۰۹ء میں نظام شمسی کے بقیہ تمام سیاروں کے خلل اثرات کو محسوب کرنے کے بعد بھی عطارد کی مداری حرکت میں نیوٹن - کیلو کے کلیہ سے خفیف سا اختلاف دریافت کیا۔ آئیڈنسٹائن کے نظریہ سے زیادہی اختلاف کی قیمت (+ ۴۳ ثانیہ فی صدی) برآمد ہوتی ہے جو مشاہدہ کی قیمت سے قریب قریب منطبق ہے۔

واضح ہو کہ دوسرے سیاروں میں آفتاب سے دوری کی وجہ سے (اور علی الخصوص عطارد کے بعد ہی کے) زیادہ تر کادار تقریباً دائرہ ہونے اور اس لیے آفتاب سے قریب ترین وشن میں پہنچنے کے وقت کا پتہ چلانا مشکل ہونے کی وجہ سے) یہ زاویائی اختلاف مشاہدہ نہیں ہو سکتا۔

(۲) عام نظریہ اضافیت کی روش سے نور کی شعاع جب کسی مادی تجاذب کے میدان میں سے گزرتی ہے (یعنی جسے مادی جسم جیسے آفتاب کے قریب پہنچتی ہے) تو اپنے راستہ سے ہٹ کر میدان کی طرف خفیف سا مڑ جاتی ہے۔ مثلاً اگر کسی ستارہ کی شعاع جو زمین کی طرف آرہی ہو آفتاب کے مرکز سے بقدر زاویائی فاصلہ ف (آفتاب کے نصف قطر کی رقوم میں) گزرے تو اس ہٹاؤ یا انحراف کا زاویہ $\theta = \frac{2}{3} \frac{F}{c^2}$ (۱) ہوگا۔

(یہاں یہ بتا دینا مناسب معلوم ہوتا ہے کہ نظریہ کی روش سے اس انحراف کا ایک نصف حصہ نیوٹن کے کلیہ والے میدان تجاذب کے زیر اثر وقوع پذیر ہوتا ہے اور دوسرا نصف حصہ آفتاب کی وجہ سے فضا کی ہندسہ تبدیلی کے باعث (جو عام طور پر فضائی انحناء کے نام سے مشہور ہے)۔ اگر آسمان کے منالکب حصہ کا (جو مدار شمسی پر واقع اور ہلکا ارتاروں سے

بہرا ہوا ہو) ایسے وقت فوٹو گراف لیا جائے جبکہ آفتاب اس سے ۱۸۰ درجہ نیچے واقع ہو اور پھر اسی جیسے کا فوٹو گراف جب کہ کال سکوف کی حالت میں آفتاب اس خطہ میں موجود ہو تو دقیق پیمائش سے معلوم ہو سکتا ہے کہ ان دو حالتوں میں ستاروں کے ظاہری مقاموں میں قابل لحاظ تبدیلیاں واقع ہوتی ہیں۔ ملاحظہ ہو شکل ۱۵۳ جس میں اب قرص آفتاب ہے، 'ع' دور بین کے دہانہ کا عدسہ اور



شکل ۱۵۳

آب اس عدسہ کے ماسکی مستوی میں حالت سکوف میں آفتاب کا فوٹو۔ اس میں دو چمکدار ستارے ہیں۔ اور 'م' میں فوٹو گرائی تختی پر ان کے مناظری خیال ہیں جو قرص آفتاب ان سے ۱۸۰ درجے واقع ہونے کے وقت صورت پذیر ہوتے ہیں۔ لیکن آفتاب جب حالت سکوف میں اب پر واقع ہوتا ہے اور اس کا خیال اب فوٹو گرائی تختی پر نہ دیکھا جاتا ہے تو اس وقت ستاروں میں اس سے آنے والی نور کی شعاعیں آفتاب کے تجاوز سے متاثر ہو کر اس کی طرف اس طرح مڑ جاتی ہیں گویا اس اور اس سے آ رہی ہیں۔ یعنی ان کا درمیانی زاویہ بظاہر پہلے سے بڑا نظر آتا ہے اور اس لیے ان کا خیال فوٹو گرائی تختی پر 'م' میں پیدا ہوتا ہے۔ ستاروں کا یہ ظاہری بڑاؤ بہت قلیل ہے لیکن پیمائش کے قابل ہے چنانچہ رائل سوسائٹی نے

اور رائل اسٹرونا میکل سوسائٹی نے ۲۹ مئی ۱۹۱۹ء کے کامل کسوف شمس کے موقع پر ستاروں کے اس انصراف کے مشاہدہ کے لیے ہیست دافوں کی ایک جماعت سازوسامان سے آراستہ کر کے سوبرال (Sobral) بریزل بھیجی اور ایک دوسری جماعت پرنسپ (Principe) مغربی افریقہ روانہ کی۔ فوٹوگرافوں کی بڑی احتیاط اور باریکی کے ساتھ پیمائش کی گئی تو معلوم ہوا کہ آئیٹنسٹائین کے نظریہ سے جو انصراف محسوب ہوتا ہے مشاہدہ سے اُس کی خاطر خواہ تصدیق ہوتی ہے۔

(۳) جو ہر کے ہر طیفی خط کا ایک خاص طول موج ہوتا ہے اور اس لیے ایک خاص تعدد ارتزاز۔ بدیں وجہ ہر جو ہر کو ایک گھڑی تصور کر سکتے ہیں اور عام نظریہ اضافیت کے ذریعہ ثابت کر سکتے ہیں کہ جوہر کے طیفی خط سے جو نوسر مشایع یا جذب ہوتا ہے اس کا تعدد اس تجاذبی میدان کے قوت کے تابع ہے جس کے اندر وہ واقع ہے۔ پس اگر کسی عنصر کا جوہر کسی جرم فلک کی سطح پر واقع ہے تو اس کا تعدد اسی عنصر کے کسی ایسے جوہر کے تعدد سے خفیف سا کمتر ہوگا جو مادہ سے خالی فضا میں یا کسی چھوٹے جرم فلک پر واقع ہوگا۔ اس لیے بڑی جسامت کے ستاروں کے طیفی خطوط اسی عنصر کے سطح زمین والے طیفی خطوط کی بہ نسبت طیف کے سرخ سرے کی جانب خفیف سا ہٹے ہوئے نظر آنے چاہئیں۔ چنانچہ ج اور ع زمین اور ستارہ پر کے مناظر طیفی خطوں کے تعدد ہیں تو

$$\frac{ع - ع}{ع} = \frac{م}{ص}$$

جس میں م نیوٹن کا عالمگیر مستقل تجاذب ہے، م نور کی رفتار خلا میں، ص ستارہ کی کمیت اور ص اس کا نصف قطر۔

اب تک آفتاب کے طیفی خطوط سے متعلق جو پیمائشیں عمل میں آئی ہیں آئیٹنسٹائین کے عام نظریہ اضافیت کے اس تیسرے نتیجہ کی سمت یا عدم صحت کے فیصلہ کے لیے ناکافی ہیں۔ نظریہ کی رُو سے آفتاب کے طیفی خطوط کا یہ سرخ کنارے

کی جانب کا ہٹاؤ ان خطوط کے طول موج کا میں لاکھواں حصہ محسوب ہوتا ہے۔ واضح ہے ڈاپلر اور دباؤ وغیرہ کے اثرات کی موجودگی میں اس خفیف ہٹاؤ کی پہچان نہایت مشکل امر ہے۔ اس کے ساتھ ہی ہمیں یہ بھی یاد رکھنا چاہیے کہ خود ایٹم سٹائٹین نے اپنے عام نظریہ کے اعلان کے وقت صاف وصیح الفاظ میں کہہ دیا ہے کہ اگر اس کے مصرعہ بالائین نتائج میں سے کوئی بھی غلط ثابت ہوا تو اس کا عام نظریہ اضافیت قابل تسلیم نہیں رہ سکتا۔

دسوال باب

افتراقِ نور یعنی نور کا بکھرنا (Scattering)

اور رامن اثر (Raman Effect) — نور کی پینل جب کسی مادے میں سے گزرتی ہے خواہ وہ ٹھوس ہو یا مائع یا گیس تو اس کی اشاعت میں دو طرح کا فرق پیدا ہوتا ہے۔ پینل مادے میں سے جوں جوں آگے کو بڑھتی ہے اس کی حدت میں کمی واقع ہوتی ہے۔ اس کی وجہ زیادہ تر مادہ کا انجن اب نور ہے لیکن بعض صورتوں میں نور بکھر بھی جاتا ہے۔ نور کی اشاعت میں جو دوسرا فرق واقع ہوتا ہے مادہ کے اندر اس کی رفتار کی تبدیلی ہے جس کی وجہ سے مرکب نور میں انتشار (dispersion) پیدا ہوتا ہے۔ یہاں ہم کسی قدر تفصیل کے ساتھ انجن اب و افتراقِ نور پر بحث کریں گے۔ بعض اشیائے مرنی نور کے تمام اجزاء کو تقریباً مساوی نسبت میں جذب کرتے ہیں۔ چونکہ اس سے تمام طول موج کے اشاعوں میں تقریباً مساوی کمی واقع ہوتی ہے اس لیے اس عالم انجن اب سے نور کی صرف حدت گھٹ جاتی ہے، رنگ میں تبدیلی نہیں ہوتی۔ اب تک کوئی ایسی چیز دریافت نہیں ہوئی ہے (خواہ وہ ٹھوس ہو یا مائع یا گیس) جو تمام طول موج کے اشاعوں کو یکساں طور پر جذب کرتی ہے۔ عیسٰی اشیاء میں کاغذ لکھ پیچیدہ مخلوق ذرات یا پلاٹینم کی نیم سفات جھلیاں نور کے ایک وسیع سلسلہ میں

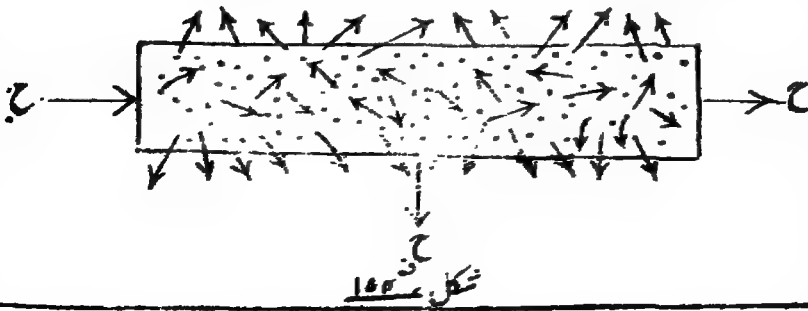
کو تقریباً مساوی حد تک جذب کر سکتی ہیں۔ بہت سے اشیاء بعض طول موج کے اشعاعوں کو زیادہ اور بعض کو کم جذب کرتے ہیں۔ اس لیے ان کا جسم رنگین نظر آتا ہے مثلاً ملوثات یا درختوں کے پھول وغیرہ۔ اس قسم کا انجذاب انتخابی کہلاتا ہے۔ ان کے اندر نور کچھ فاصلہ تک داخل ہو کر افتراق (بکھراؤ) یا انعطاف کے ذریعے منصرف ہو کر ان کی سطح کے باہر آتا ہے لیکن اس میں سے چند طول موج کے اشعاع جذب ہو جاتے ہیں۔ اشیاء کی ایک اود قسم بھی ہے جن کی سطح پر سے نور کے بعض طول موج کے اشعاع زیادہ منعکس ہوتے ہیں اور بعض کم۔ یہ خاصیت فلزات میں بہت زیادہ مشاہدہ ہوتی ہے مثلاً سونے یا تانبے کی پرتوں میں۔ اسی وجہ سے ان اشیاء میں سطحی رنگ پایا جاتا ہے جو نور ان پرتوں کے اندر سے گزر کر باہر آتا ہے سطحی رنگ کا منتہم ہوتا ہے۔

نور کے انجذاب و افتراق میں احتیاج

شیشہ کے ایک لمبے اسطوانہ میں اگر دھواں بھر دیا جائے اور اس کے ایک مستوی پہلو میں سے نور کی پینل اسطوانہ کے محور کے متوازی گزاری جائے (دیکھو شکل ۱۵۳) تو مقابل کے مستوی پہلو میں سے خارج ہونے پر نور کی حد ذیل کے ضوابط کے لحاظ سے گھٹ جائیگی:۔

$$ج = ج - ق$$

جس میں ج واقع نور کی حدت ہے اور ح خارج نور کی حدت۔ ل دھوئیں کے اسطوانہ کا طول ہے اور ل انجذابی سر یا انجذاب کی شرح۔



اس تجربہ میں اگر واقعہ فوراً کوئی جزو بکھر کر اسطوانہ کے مدور حصوں میں سے خارج نہ ہوتا تو جو توانائی خارج نہیں ہوتی ہے ساری کی ساری دھویں میں جذب ہو کر حرارت میں تبدیل ہو جاتی۔ لیکن کچھ جزو بکھر جانے کی وجہ سے حد قوت کے ضابطہ میں حسب ذیل ترمیم کی ضرورت ہے :

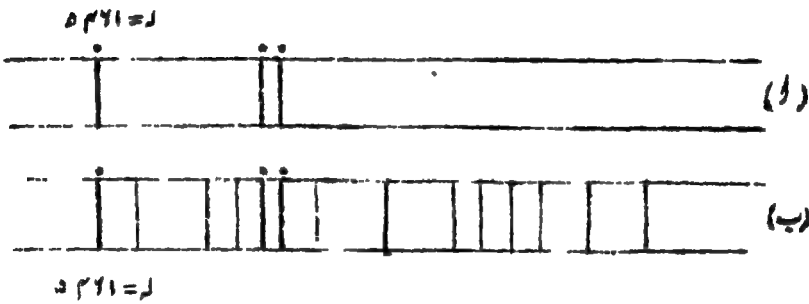
$$x = x - (x + y)l$$

جس میں اہر حقیقی انجذاب کی شرح ہے اور اب کبھڑا یا افتراق کی وجہ سے پیدا ہونے والا جزو ہے۔ اکثر صورتوں میں کوئی ایک شرح اہر یا اب بمقابل دوسری کے ناقابل لحاظ ہوتی ہے۔ گیسوں کے معمولی انجذاب ذرا ان کے انجذابی طیف پر ایک سابقہ باب میں ذکر آچکا ہے۔

یہاں گیسوں میں نور کی ملک (Resonance) اور

مسیل اسپاری تڑھڑ (فلوریسینس) کا مختصر ذکر کیا جائیگا۔ گیس کا دباؤ اگر پست نہیں ہے اور واقع نور اس میں جذب ہو جاتا ہے تو نور کی توانائی حرارت میں تبدیل ہو کر گیس کو کسی قدر گرم کر دیتی ہے۔ گیس کا سالمہ یا جوہر جب نور کی پٹیل سے توانائی حاصل کرتا ہے اور اس کے بعد کسی اور سالمہ سے ٹکراتا ہے تو اس قسم کے تصادموں سے گیس کے ذرات کی اوسط توانائی میں اضافہ ہوتا ہے۔ نور سے توانائی حاصل کر لینے کے بعد سالمہ تقریباً ۱۰ یا ۲۰ ثانیہ تک اس توانائی کا حامل رہ سکتا ہے اگر اس دوران میں وہ کسی دوسرے سالمہ سے تصادم نہ ہوا تو اس کی یہ فو حاصل کردہ توانائی اشعاع کی صورت میں خارج ہو جاتی ہے پست دباؤ کی صورت میں دو تصادموں کے مابین وقت نسبتہ زیادہ ہوتا ہے۔ اس لیے گیس اشعاع کا ایک ثانوی مبداء بن جاتی ہے۔ ان صورتوں میں یہ اشعاع عموماً واقع نور ہی کے طول موج کا ہوتا ہے۔ اہمگی اشعاع کہلاتا ہے۔ بعض اوقات ایسے اسباب بھی پیدا ہوتے ہیں جن سے اس ثانوی اشعاع

کا طویل موج واقع نور کے طویل موج سے بڑھ جاتا ہے۔ اس کیفیت کو سیل اسپاری تڑھڑ (فلوریسنس) کہتے ہیں۔ خواہ گلی اشعاع ہو یا سیل اسپاری واقع نور کی پنسل سے چند اشعاع متروک ہو جاتے ہیں اور اس لیے آنجنڈانی مادہ میں سے جو نور برآمد ہوتا ہے اس کے طیف میں ان اشعاؤں کی جگہ سیاہ خطوط نظر آتے ہیں۔ شکل ۱۵۵ میں ایوڈین کے سیل اسپاری تڑھڑ کا طیف بتایا گیا ہے۔



شکل ۱۵۵

- (۱) پارے کی قوس کا طیف۔ یہاں فرض کیا گیا ہے کہ سیدھے جانب طویل موج بڑھتا ہے۔
(ب) ایوڈین کے سیل اسپاری تڑھڑ کا طیف۔

جامد اور مایع اشیاء کا سیل اسپاری تڑھڑ۔

اگر کوئی جامد یا مایع شے ایسے نور سے سونکی جاتی ہے جس کو وہ جذب کر سکتی ہے تو اس سے سیل اسپاری تڑھڑ پیدا ہو سکتا ہے۔ اسٹوکس (Stokes) کے کلیہ کے بموجب اس تڑھڑ کے نور کا طویل موج جذب کردہ نور کے طویل موج سے ہمیشہ بڑا ہوتا ہے۔ پانی میں فلوروسین کا محلول سفید فہ کے نیلے جزو کو جذب کر لیتا ہے اور سبز رنگ کا سیل اسپاری تڑھڑ

پیدا کرتا ہے۔ بعض ٹھوس اشیاء کا میل اسپاری تیز ہر واقع نور کے جذب ہونے کے بعد کسی ثنائیوں بلکہ دقیقوں تک جاری رہتا ہے۔ اس کے لیے فوسفور لیسینس کا محض تیز ہر نام رکھا گیا ہے۔

پارے کی قوس کے بالائے نقشی نور کو بعض اشیاء میں سے گزرا کر فلوورینس کا نہایت دلچسپ نظارہ مشاہدہ کیا جاسکتا ہے۔ نقل آکسائیڈ کے ایک خاص قسم کے شیشے میں سے پارے کی قوس کا نور جب گزرتا ہے تو چونکہ وہ تقریباً تمام اصرخی نور کے اشعاؤں کو جذب کر لیتا ہے لیکن لہ = ۳۶۵۰ کے قریب کے طیفی خطوط کے تیز شدت والے جسموہ کو کامل آزادی کے ساتھ اپنے میں سے گزرنے دیتا ہے اس لیے اس کے سامنے بعض ششائ نامیائے غیر نائیاتی اشیاء (مثلاً معدنی قلیوں) ترتیب دینے سے ان کا سبب اسپاری تیز تر غایت درجہ پر لطف معلوم ہوتا ہے اور جو اہرات کی نمائش میں بکثرت استعمال ہوتا ہے۔

انتخابی انعکاس — چند اشیاء بعض طول موج کے

اشعاؤں کو بہ نسبت دوسرے طول موج کے اشعاؤں کے بہت زیادہ منعکس کرتے ہیں۔ یہ اگر غیر موصل برق (برق گزار) ہیں تو اس قسم کا انعکاس عموماً ان طول موج کے اشعاؤں سے متعلق صورت پذیر ہوتا ہے جن کو وہ شدت کے ساتھ جذب کرتے ہیں۔ انتخابی انعکاس انجذاب اور ممکی اشعاع میں بہت نزدیک کارشتہ ہے جن کی توضیح آرڈبلیو۔ ووڈ کے ایک تجربہ سے بخوبی ہو سکتی ہے۔ ایک ملی میٹر کی چھوٹی کسر کے دباؤ کے تختہ گز پارے کے بخار کو پارے کی قوس کے طیفی خط لہ = ۲۵۳۶ کے نور سے نور کیا جائے تو بخار ممکی اشعاع دینے لگتا ہے۔ جیسے جیسے بخار کا دباؤ بڑھایا جاتا ہے ممکی اشعاع بخار کی سطح پر جہاں واقع اشعاع داخل ہوتا ہے زیادہ زیادہ مرکب ہوتا ہے یعنی بخار جس برق میں بھر ہوتا، اس کی اندرونی سطح پر۔ بالآخر کافی بڑے دباؤ پر ثانوی اشعاع نظر سے غائب

ہو جاتا ہے۔ الا اس صورت میں کہ زاویہ انعکاس کی سمت میں دیکھا جائے۔ اس سمت میں واقع اشعاع کا کال ۲۵ فی صدی جزو معمولی طریقہ پر منعکس ہوتا ہے۔ اور بقیہ جذب ہو کر جو اہر و سالمات کے تصادم سے حرارت میں تبدیل ہو جاتا ہے۔ یہ شدید انعکاس صرف $L = 2536$ کے اشعاع کے لیے مخصوص ہے۔ دوسرے طول موج کے اشعاع بخار میں سے آزادی کے ساتھ منتقل ہو جاتے ہیں۔ یہ تجربہ مکملی اشعاع سے لے کر انتخابی انعکاس تک کے سلسل استعمال کی تعبیر کرتا ہے۔

چھوٹے ذرات سے نور کا افتراق یعنی بکھرنا —

افتراقی نور کے لیے جیسا کہ شکل ۱۵۲ والے تجربہ میں بیان ہوا ہے اجزاء کے ابعاد چھوٹے ہونے چاہئیں تاکہ واقعہ پنسل جس سمت میں سے گزری جاتی ہے اس کے علی القوائم سمتوں میں سے نور بکھر کر نکل سکے۔ افتراقی نور کو انعکاس رانکسار دونوں کے ساتھ قریبی تعلق ہے جیسا کہ ذیل کے استدلال سے واضح ہو گا۔ اگر نور کی مستوی موجیں کسی ایسے غیر شفاف جسم پر واقع ہوں جس کے ابعاد واقعہ نور کے طول موج سے بڑے ہوں تو اس جسم کی سطح پر کے برقی بار مرتعش ہو کر نور کے مختلف ناصیہ ہائے موج میں جو ان سے شائع ہونگے، ہو یکنانہر کے اصول کے تحت ایک باقاعدہ تفاوت ہیئت پیدا کرینگے۔ البتہ جسم کے کناروں پر سے شائع ہونے والے ناصیہ ہائے موج میں تفاوت ہیئت باقاعدہ نہ ہو گا اور اس لیے ان میں انکساری کیفیت صورت پذیر ہوگی لیکن یہ حیثیت مجموعی جسم کی سطح پر سے نور کی جو موجیں شائع ہونگی ان میں تفاوت ہیئت کی باقاعدگی سے انعکاس کی کیفیت ظاہر ہوگی۔ جسم کے ابعاد اگر طول موج سے کمتر ہوں تو اس سے شائع ہونے والی موجیں مستوی نہ ہونگی بلکہ بڑی حد تک کرنی ہونگی اور اس لیے ہر طرف پھیل جائیں گی اور اس طرح واقعہ نور میں افتراق پیدا ہو گا یعنی وہ ہر طرف یکساں ہو گا۔

سب سے پہلے متوفی لارڈ ریلی نے شعاع میں چھوٹے ذرات

افتراق نور کا کئی حیثیت سے مطالعہ کیا اور ماحول کی فضا سے مختلف انعطافات اور ذرات سے بکھرے ہوئے نور کی حدت کا ضابطہ دریافت کیا۔ شرط یہی رکھی کہ ذرات کے خطی ابعاد واقع نور کے طول موج سے کمتر ہوں۔ اس وقت چونکہ عصر جدید کے کلیات منکشف نہیں ہوئے تھے افتراق نور کے ضابطہ کی تعیین طبیعیات کے قدیم اصول ہی پر ہوئی تھی۔ اس لیے اس قسم کا افتراق نور ریلے والا افتراق کہلاتا ہے اور اس کا ضابطہ کلاسیکل ضابطہ کے نام سے منسوب ہے۔ ابعاد کے طریقہ سے یہ ضابطہ فوراً حاصل ہو سکتا ہے۔ چنانچہ فرض کرو کہ واقع نور کا محیط ارتعاش λ ہے اور ذرہ سے فاصلہ r پر نور کی بکھری ہوئی موج کا محیط b ہے۔ واضح ہے کہ b بہ راست λ کے تناسب ہے اور r کے بالعکس تناسب۔ اگر ذرہ کا حجم V فرض کیا جائے تو b کو V کے ساتھ راست تناسب تصور کیا جاسکتا ہے بشرطیکہ V ایک حد سے متجاوز نہ ہو۔ پس

$$b = \frac{\lambda}{V} \quad (1)$$

جس میں r ایک مستقل ہے۔ b اور λ کے ابعاد ایک ہی ہیں۔ λ کے ابعاد صفر ہیں اس لیے $\frac{\lambda}{V}$ کے ابعاد بھی صفر ہونے چاہئیں۔ $\frac{\lambda}{V}$ کے ابعاد طول کے مربع ہیں یعنی $(L)^2$ پس r کے ابعاد $(L)^2$ ہونے چاہئیں۔ افتراق نور کے اس ضابطہ میں اب تک بس چیز کا لحاظ نہیں کیا گیا وہ نور کا طول موج λ ہے پس ضابطہ میں r کو مستقل مانا گیا ماحول (مادہ) کے تناسب ہے۔ یعنی مکمل ضابطہ

$$\frac{b}{r} = \frac{\lambda}{V} \quad (2)$$

بکھرے ہوئے نور اور واقع نور کی حدتیں b اور λ کے مربع کے

لحاظ سے بدلتی ہیں لہذا بکھرے ہوئے نور کی مدت (ل) کے تناسب ہے۔
 سُرخ نور کا طول موج تقریباً ۷۰۰ انگسٹروم ہے اور سفیدی کا طول موج
 تقریباً ۴۰۰ انگسٹروم پس

لہ سُرخ = $\frac{700}{400}$ لہذا افتراق سے ان کی مدتوں میں نسبت
 لہ سفیدی = $\frac{400}{700}$ تقریباً یعنی سفیدی نور کا افتراق سُرخ نور کے افتراق
 کی بہ نسبت تقریباً دس گنا زیادہ ہوتا ہے۔

سالمی افتراق نور - اگر کسی خالص بے رنگ مائع کو

گرد و غبار سے بالکل پاک وصاف کیا جائے اور اس کے اندر سے سفید نور کی
 پینل گزری جائے تو اندھیرے کمرے میں پنل کے علی القواہم سمت میں بغور دیکھنے
 سے معلوم ہوگا کہ مائع سے نیلے رنگ کا نور بکھر کر شائع ہوتا ہے۔ اس سے یہ نتیجہ
 برآمد ہوتا ہے کہ مائع کے سالمات خود نور کو بکھرتے ہیں۔ چونکہ نیلے رنگ
 کے نور کا طول موج بہ نسبت دوسرے مئی رنگوں کے چھوٹا ہوتا ہے اس لیے
 وہ ریلے کے کلیہ کی رو سے بہت زیادہ بکھرتا ہے اور بازوؤں سے خارج
 ہوتا ہے۔ گہرے سمندر اور فزات سے پاک تالابوں کا پانی بھی زیادہ تر
 اس وجہ سے نیلا نظر آتا ہے۔ گرد و غبار سے پاک کی ہوئی گئیں بھی اسی طرح
 بازوؤں سے نیلی نظر آتی ہے لیکن اس میں نور کا افتراق نسبت کم ہوتا ہے
 تا وقتیکہ گئیں کا دباؤ کافی بڑا نہ ہو یعنی بکھرنے والے سالمات کی تعداد کافی
 بڑی نہ ہو۔ اسی بنا پر ریلے نے ثابت کیا کہ آسمان کا نیلا رنگ ہوا کے
 سالمات سے سفید نور کے بکھر جانے سے پیدا ہوتا ہے۔ اور طلوع و غروب
 کے وقت آفتاب اس لیے سُرخ دکھائی دیتا ہے کہ اس کی شعاعیں ہم کو
 اُس وقت ہوا میں سے راست گزر کر نظر آتی ہیں، ان میں سے نیلے رنگ
 کا نور بکھر کر دوسری سمتوں میں پھیل جاتا ہے اور باقی ماندہ سُرخ نور ہی ہم تک
 پہنچتا ہے۔

کیسوم (Keesom) اور آئنسٹائن (Einstein)

نے گیسوں کے اس سانی افتراق کے لیے مزید تحقیق کے بعد مضابطے اخذ کیے ہیں۔ ہم ذیل میں کیسوم کا مضابطہ لکھ دیتے ہیں جو نظریہ متحرک کے حدیرانگشتانات کو پیش نظر رکھ کر حاصل کیا گیا ہے اور جس میں افتراق کیوجہ گیس کی کثافت کا اتار چڑھاؤ مانا گیا ہے۔ اس لحاظ سے اگر بکھرے ہوئے نور کی مقدار مکعب سنتی متفرق فرض کی جائے تو

$$Q = \frac{1}{18} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r'} \right) \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{r} \right) \frac{1}{N} - \frac{1}{2} \frac{1}{N} \frac{1}{\text{جیت د}}$$

جس میں r گیس کا انعطاف ماہیہ، r' سرگیس کا مستقل، N اس کی مطلق

تپش، N سالمات کی تعداد فی اکائی حجم یعنی ایووگیڈرو کا عدد ہے اور d اور d' بالترتیب گیس کا دباؤ اور حجم ہیں۔ لہ بکھرے ہوئے نور کا طول موج ہے۔ اس مضابطہ کی مدد سے ایووگیڈرو (Avogadro) کا عدد دریافت ہو سکتا ہے۔ کیسوم کا مضابطہ جب ہوا کے افتراق نور پر عائد کیا جاتا ہے تو نائٹروجن اور آکسیجن کے انعطاف نماؤں کی قیمت ایک ہی تصور کی جاسکتی ہے اور $\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{r} \right)$ میں $\frac{1}{r}$ کو تقریباً اکائی مانا جاسکتا ہے اس لحاظ سے $\left(\frac{1}{2} + \frac{1}{r} \right)^2$ کی قیمت تقریباً ۹ برآمد ہوتی ہے اور چونکہ کلیہ بائیلن روے $-\frac{1}{2} \frac{1}{N} \frac{1}{\text{جیت د}} =$ دینے گیس کا دباؤ اس لیے

$$Q = \frac{1}{18} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r'} \right) \frac{1}{N} \frac{1}{\text{جیت د}}$$

بند پیراؤں پر سے آفتاب کی چمک اور آسمان کی سمت اس کی چمک کا شاہد کر کے سوائے وغیرہ کے مضابطوں کی مدد سے N کی قیمت 1.0×10^{24} کے قرب و جوار میں برآمد ہوتی ہے۔ دوسری اور براہ راست حاصل شدہ قیمتوں سے منطبق ہوتی ہے۔

رامن اثر (Raman Effect) — میکانیٹ کے اصول سے ہمیں معلوم ہے کہ جب کسی بسیط سادہ موسیقی ارتزاز کرنے والے جسم پر ایک بیرونی قوی قوت عمل کرتی ہے تو جسم بھی قوی حرکت کرنے لگتا ہے جو حد درجہ دو تعددوں پر مشتمل ہوتی ہے ایک وہ جو خود اس جسم کا طبعی تعدد ω ہے اور دوسرا جو بیرونی قوی قوت کا تعدد ω_0 ہے۔ یہ نئی قوت تک جمع ہے جب تک کہ جسم کو اس کی اصلی وضع میں بازگشت کرانے والی قوت ہٹا دیا تو اس مکان کے راست تابع ہوتی ہے۔ اگر یہ قوت ہٹاؤ کے مربع یا کعب وغیرہ کے بھی متناسب ہو یعنی غیر موسیقی ارتزاز کرنے والے جسم پر قوی قوت عمل کرتی ہے تو $\omega \pm \omega_0$ کے مزید ترکیبی ارتزاز بھی وقوع میں آتے ہیں۔ ضروریات میں طالب علم نے ترکیبی سروں کی پیدائش وغیرہ کا مطالعہ کیا ہوگا۔ سپر می وی رامن (Sir C. V. Raman) نے بڑی مدت کے ایک ذہنی فوکر کو گزروں وغیرہ سے پاک اشیا میں سے بکھرا کر ثابت کیا کہ ترکیبی تعدد نور کے اشعاع میں بھی پیدا ہوتے ہیں۔ جس مادے میں سے نور بکھرتا ہے اس کے سالمات کے مرکزہ (Nucleus) کے ارتزازوں اور محض گروٹھوں وغیرہ کے طبعی تعدد ω واقعہ کے تعدد ω_0 کے ساتھ ترکیب کھانے سے بکھرے ہوئے نور میں نہ صرف ω تعدد کا اشعاع مشاہدہ ہوتا ہے بلکہ $\omega \pm \omega_0$ کے اشعاع بھی دکھائی دیتے ہیں۔ ان تجربوں کا آغاز اگرچہ رامن اور اس کے ساتھیوں نے کلکتہ میں ۱۹۲۱ء میں کیا تھا لیکن صحیح کیفیت کا انکشاف رامن کو سندھ میں ہوا جبکہ وہ کومپٹن اثر (Compton Effect) کا مطالعہ کر رہا تھا۔ اس نے خیال کیا کہ جوہر میں سے جب برقیہ خارج ہوتا ہے تو جوہر کی برقی حالت میں ایک شدید تبدیلی پیدا ہوتی ہے پس اگر برقی چوری طرح خارج نہ ہو بلکہ جوہر کے اندر ہی رہ کر توانائی کے بلند ترین سطح پر چھوڑ دیا جائے تو جوہر کی حالت میں ٹھنڈ تبدیلی ممکن ہے جو اشعاع کے طول موج کے آثار چھٹاؤ کی شکل میں رونما ہو سکتی ہے۔

۱۹۲۳ء میں رامن نے خاص پانی اور چند نامیاتی مایعات مثلاً

بنزین، ٹولوئین وغیرہ میں سے پارے کے قوسی لمپ کے چند طبعی خطوط کے اشعا عول کو علیحدہ علیحدہ بکھرا کر دیکھا تو بکھرے ہوئے نور میں سب سے زیادہ حدت کا نور واقع نور ہی کے تعدد کا تھا (جیسا کہ قدیم طبیعیات کے نظریہ سے متوقع ہوتا ہے) لیکن اس کے علاوہ اس سے کمتر تعدد کے کئی نئے طبعی خطوط اور چند زائد تعدد کے مدہم خطوط بھی دکھائی دیے۔ فلوریسنس کے طیوف کی تقلید میں اول الذکر خطوط کے لیے اسٹوکسی خطوط اور ثانی الذکر کے لیے صند اسٹوکسی خطوط نام رکھا گیا۔ یہ بھی معلوم ہوا کہ خطوط کے تعدد میں اس طرح کی جویشی اور کمی پائی جاتی ہے۔ اس کی مقدار نور کو بکھرانے والے مادہ کی نوعیت پر منحصر ہے۔ اور ہر واقع یک نلی نور جب بکھرتا ہے تو عموماً متعدد اسٹوکسی اور صند اسٹوکسی خطوط پیدا کرتا ہے جن میں سے چند مستوی مقطب ہوتے ہیں۔

راہن اثر اور فلوریسنس میں بڑا فرق یہ ہے کہ فلوریسنس والے خطوط کے تعدد ان کے محرک خطوط کے غیر تابع ہوتے ہیں لیکن راہن اثر کے خطوط کو ان کے محرک خطوط کے ساتھ حسب ذیل ربط ہے :-

اگر ج واقع یعنی محرک نور کا تعدد ہے تو راہن خطوط کے تعدد ج \pm ج، ج \pm ج ہوتے ہیں جن میں ج، ج، ج یا تو نور کو بکھرانے والی شے کے انجذابی طیف کے دائمی پائین سرخ تعدد ہیں یا ایسے تعددوں کے تفاوت۔ مثلاً اگر محرک خط پارے کے بخاری لمپ سے ۲۷۳۵۴،

۲۷۲۹۰، ۲۷۴۰۴ اور ۲۲۹۳۹ سمتر موج عدد (wave numbers) کے

ہوں تو بنزین کے سالمات سے بکھرنے کے بعد ان سے علی الترتیب ۲۴۲۹۴،

۲۴۲۳۱، ۲۱۶۴۶ اور ۱۹۸۷۷ سمتر موج عدد کے راہن خطوط پیدا ہوتے

ہیں جس سے ظاہر ہے کہ ہر ایک خط طیف کے سرخ کنارے کی جانب تقریباً

بقدر ۳۰۶۰ سمتر ہٹ جاتا ہے اور پائین سرخ خط لہ = ۳۵۲۷ سم (۷۷۱

یعنی ۳۲۷۰۰ انگسٹروم اکائیوں کے متناظر ہے۔ واقعہ یہ ہے کہ بنزین کے

پائین سرخ انجذابی طیف میں لہ = ۳۵۲۵ سم کا ایک زبردست بند

شال ہے۔ فلوریسنس اور رامن خطوط میں ایک دوسرا فرق یہ ہے کہ ان کی حدیں ایک دوسرے سے مختلف رتبہ کی ہوتی ہیں اور اکثر رامن خطوط شدت کے ساتھ مقطب ہوتے ہیں۔

چند مستثنیات کو چھوڑ کر رامن خطوط پائین سرخ طیف کے مشابہ شدہ بندوں کے متناظر ہوتے ہیں۔ سین ان پٹے ہوئے خطی طیف کی اضافی حدوں اور ان کے متناظر پائین سرخ بندوں کا، حدوں میں کوئی تعلق نہیں ہوتا ہے۔ مثلاً بنزین کا لہ = ۶۶۵۰ مہ وائے خط پر ایک زبردست انتہائی

بند ہے۔ ٹولین کا لہ = ۶۶۰۰ مہ پر ہد کبیر و بنزین کا لہ = ۶۶۷۷ مہ پر۔ لیکن پرنٹنگ ہاؤس (Pringsheim) نے ہدایت کیا کہ

بکھرے ہوئے نور میں ان بندوں کے متناظر بندوں کے ہٹاؤ والے خطوط کا پتہ نہیں چلا۔ سبب ان اشیاء کے سب سے بڑی حدوں کے رامن خطوط کا جب مطالعہ کیا جاتا ہے تو ان کے ہٹاؤ کے بعد و علی الترتیب ۶۳۰۰، ۶۴۰۰، ۶۵۰۰، ۶۶۰۰، ۶۷۰۰ مہ پائین سرخ والے بندوں کے متناظر ہوتے ہیں جو ان اشیاء کے سب سے زیادہ زبردست پائین سرخ والے بند ہیں۔

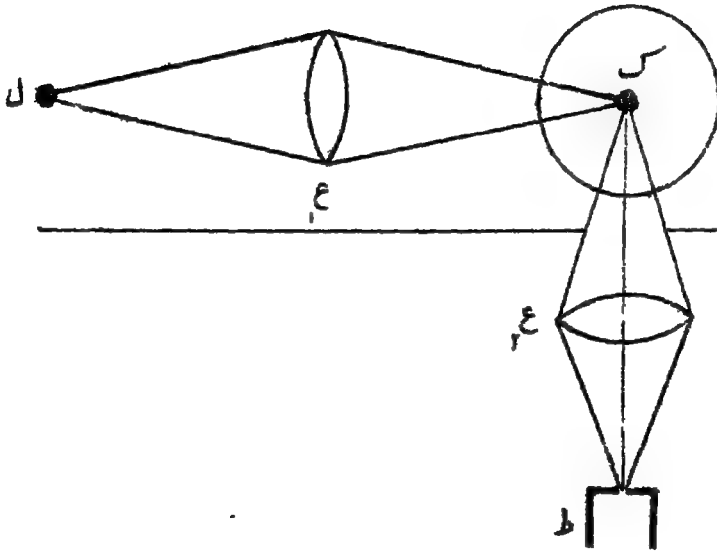
ایک رامن خط پائین سرخ طیف کے ایک ایسے مرور (transition) کے متناظر ہے جو قواعد انتخاب (Selection Rules) کی ٹوٹے ٹوٹے ہے۔

جس سے ظاہر ہے کہ رامن اثر کے خطوط کے ذریعہ سالمات کیا توانائی کی ایسی سطحوں کا بھی پتہ چلانا ممکن ہے جو کسی اندر حلقہ سے ہدایت نہیں ہو سکتیں۔

آلات تجویز — رامن اثر کے مطالعے کے لیے ایتدار

پہلیت ہی سادہ آلات استعمال ہونے چنانچہ اوال اول جو تجربے کے گئے ان میں پائے کے قوسی لیل کا نور ایک بڑے محدب عدسہ ع کے ذریعہ سفید کے بڑے کرہ ک کے مرکز پر مرکوز کیا گیا جس مانع کا اقران نور منصف تھا وہ کرہ میں بحر دیا گیا۔ امید کھر اہو انور و تھ کے

علی القواثم سمت میں (دیکھو شکل ۱۵۶) ایک دوسرے عکس کے ذریعہ طیف پتلا کی جھری پر مرکوز کیا گیا۔

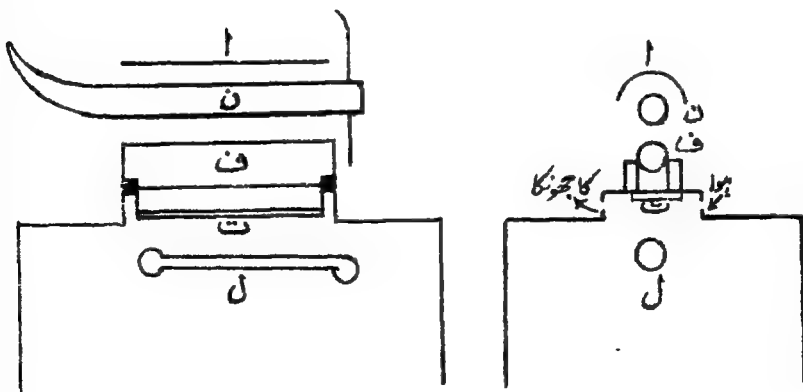


شکل ۱۵۶

شکل سے واضح ہوگا کہ تجربہ کا اصول انتہا درجہ سادہ ہے۔ صرف اس بات کی کوشش درکار تھی کہ مبداءے نور بڑی سے بڑی حدت کا ہو اور اچھی استعداد کا طیف نگار ہوتا کہ بکھرے ہوئے نور کے طیفی خطوط صاف دکھائی دیں اور کم وقت میں ان کے فوٹو گراف حاصل کیے جائیں۔ مندرجہ بالا ترتیب سے ابتداءً اچند گھنٹوں کے تقریبہ بغیر فوٹو گراف دستیاب نہ ہو سکے۔ یہی دقتیں تھیں جو اس ہمہ گیر اثر کے اس سے پہلے منکشف ہونے میں حائل ہوئیں۔

رامن اثر کی بڑھتی اہمیت کے مد نظر تجربہ کی ترتیب میں بہتری
اصلاحیں کی گئیں۔ چنانچہ آر۔ ڈبلیو ووڈ (R. W. Wood) نے

جو آلہ استعمال کیا ہے شکل ۱۵۴ میں بتایا گیا ہے۔
 ن ایک لمبی ٹلی ہے جس کے اندر مایع یا بڑے بانو کے تحت گیس بھری جاتی ہے۔ نل کا وہ سرا جو طیف نما کے مقابل ہوتا ہے مستوی ہے اور دوسرا سرا قرن نما اور کھلایا ہوا تاکہ نور اور سرے منعکس نہ ہونے پائے۔ اس کے نیچے پارے کی لمبی قوس کا ایک لمپ ن ٹلی کے تقریباً مندرجہ رکھا ہوتا ہے۔ ان دونوں کے بیچ میں ایک دوسری متوازی ٹلی ف سٹیم ٹائپرٹ یا کسی دوسرے مناسب محلول سے بھری رکھی جاتی ہے تاکہ فلٹر کا کام دے بیضے قوس کے طیف سے حسب ضرورت خاص خاص اشعاع استعمال کیے جاسکیں۔ ٹلی ف سٹیم بطور اسطوانی عدسہ کے ٹلی ن کے اندر نور کو مرکز بھی کرتی ہے۔ نور کا بکھراؤ بڑھانے کی غرض سے ن کے اوپر ایک نصف اسطوانی غزل کی شکل کا آئینہ ۱ بھی رکھا جاتا ہے۔ بعض اوقات ٹلی ف کے نیچے ایک تختی ت بھی رکھ دی جاتی ہے تاکہ مزید فلٹر کا کام دے اور ف کے اندر کے محلول کو کیمیائی تجزیہ سے بچائے۔ دوران تجزیہ قوسی لمپ اور فلٹر ٹلی کے بیچ میں سے ہوا مسلسل جمع کی جاتی ہے تاکہ آلہ گرم ہونے پائے۔



شکل ۱۵۴

شکل ۱۵۷ کے بائیں جانب آلہ کی ایک تراش بتائی گئی ہے جو مشاہدہ کی نلی ن اور فیلٹرف وغیرہ کے محوروں میں سے گذرتی ہے۔ طیف نگار کا توازی گرن کے سامنے رکھا جاتا ہے۔ دونوں کے محور ایک سیدھ میں ترتیب دیے جاتے ہیں۔ اسی شکل کے سیدھے جانب آلہ کی علی القوائم تراش بتائی گئی ہے۔ اس آلہ سے رامن اثر کے فوٹو گراف چند منٹوں میں حاصل ہو سکتے ہیں۔

رامن اثر کے مطالعہ کے لیے مبداء نور —

ریلے کا افتراق نور کا کلیہ کہ بکھرے ہوئے نور کی حدت محرک نور کے طول موج کی چوتھی قوت کے بالعکس بدلتی ہے یا بالفاظ دیگر اس کے تعدد کی چوتھی قوت کے راست تناسب ہے عام طور پر رامن اثر والے افتراق کے لیے بھی صادق آتا ہے (اگرچہ ایسا معلوم ہوتا ہے کہ محرک نور کا تعدد جب بکھرنے والے سالمہ کے انجذابی تعدد کے قریب پہنچتا ہے تو اس کلیہ سے انحراف واقع ہوتا ہے)۔ اس لیے واضح ہے کہ رامن اثر کے مطالعہ کے لیے یک رنگی چھوٹے طول موج کے تیز حدت کے نور بہت موزوں ہیں۔ پارے کے قوسی لمپ کے ساتھ عموماً ۲۳۵۸ (انگسٹروم) ۲۳۶۵.۰ اور ۲۳۵۷ طول موج کے اشعاع بطور محرک استعمال ہوتے ہیں۔ اگر بور کا طیف نگار اور آلات ہیڈ ہو سکیں تو صرف پہلے دو طول موج ہی کے اشعاع کام آ سکتے ہیں۔ پارے کے قوسی لمپ کے طیف کا معائنہ کرنے سے معلوم ہوگا کہ $\lambda = ۲۳۵۸$ والے خط کے بڑھتے طول موج کی جانب خوش قسمتی سے ایک وسیع خطہ طیفی خطوط سے معرا ہے جس کی وجہ سے یہ خط رامن اثر کے اسٹوکی خطوط کے مطالعہ کے لیے بہت موزوں و مفید ثابت ہوتا ہے۔

آر۔ ڈبلیو۔ ووڈ نے ہیلیم کے قوسی لمپ کا طیفی خطہ $\lambda = ۲۳۸۸۹$ بھی پڑی کا یہی کے ساتھ رامن اثر کے تجربوں میں بطور محرک استعمال کیا ہے۔ اس خط کے نور میں اشیاء سے بکھرنے کی خاص صلاحیت ہے اور وہ معمولی شیشے

اندر جذبہ نہیں ہوتا ہے۔ بلکہ قوس کے قوس لب کے ساتھ ہنگامہ کشائی کے شیشہ کا
فلٹر استعمال کرنے سے ایک رنگی اشعاع آسانی سے حاصل ہوتا ہے۔
ٹھوس ہشیاہ کاربن اثر مطالعہ کرنے کے لیے پارے کی قوس کا نور
مدد کے ذریعہ ٹھوس شے کے کندے زخم و خیسرہ پر مرکوز کیا جاتا ہے
اور علی التوالم سمیت میں جو نور بکھرتا ہے اس کو طیف رنگارنگی جھری پر ماسک پر
لاگتے ہیں۔ بار اور اے۔ سی مینڈلز (Bar and A. C. Menzies)
نے ٹھوس ہشیاہ کو سفوف کی حالت میں استعمال کر کے ان کا رامن اثر شاہد کیا۔
مینڈلز نے اپنے ایک ابتدائی تجربہ میں پوٹیم نیٹریٹ (KNO_3)
کی قلموں کو موٹے سفوف کی شکل میں صراحی کے اندر بھر کر ۲۴۷.۴ اور
۲۲۹.۳۷ سمتر موج عدد والے محرک خطوط کے نور کو ان سے بکھرایا تو ۲۳۹.۵۱
اور ۲۱۸.۹۹ سمتر موج عدد کے رامن خطوط مشاہدہ ہوئے۔ گویا ۱۰.۵۳ اور
۱۰.۵۲ سمتر موج عدد کی تبدیلی واقع ہوئی جو طول موج ۹.۵۲ مد کے ساتھ
شال ہیں۔

رامن اثر کے طیفی خطوط کی حدت اور ان کی

تقطیب — تجربہ اور نظریہ دونوں سے ثابت ہے کہ اسٹو کسی خطوط
(ج - ج) کی حدت ضد اسٹو کسی خطوط (ج + ج) کی حدت سے
زیادہ ہے۔ آغزالہ خطوط پیش کی زیادتی کے ساتھ حدت میں ترقی کرتے
ہیں۔ لیکن قلموں کے ساتھ تجربہ کرنے سے معلوم ہوتا ہے کہ پیش کی ترقی سے بکھرے
ہوئے نور کی حدت میں کمی ہوتی ہے۔ یہ نتیجہ قدیم طبیعیات کے نظریہ کے خلاف
واقع ہے۔

رامن اثر کے تمام اشعاع جو ایک ہی تغیر تعدد \pm ع مختص ہیں ایک ہی
حالت تقطیب میں ہیں محرک اشعاع کا تعدد ع حواہ کچھ ہی ہو۔ معہذا یہ تقطیبی
حالت ع کی تبدیلی کے لحاظ سے وسیع حدود کے اندر بدلتی ہے۔ یعنی مختلف
خطوط کی تقطیب مختلف ہے۔ اس کو غالباً ان خطوط کی اضافی حدت کے ساتھ

قریبی تعلق ہے اور وہ پائین سرخ والے انجذابی خطوط کے ظہور و عدم ظہور کے بھی تابع ہے۔

لا تقطیبیت (Depolarization) سے مراد وہ نسبت

ہے جو واقع نور کی پڑل کے متوازی ارتعاشوں کے لحاظ سے مغترق رہنے (کبھی بڑے) اشعاع کی حدت کو پزل کے علی القوام ارتعاشوں کے لحاظ سے مغترق حدت کو ہے۔

کم از کم مائعات میں ریلے (Rayleigh) ذات مغترق نور کی لا تقطیبیت میں اضافہ ہوتا جاتا ہے تو جیسے جیسے طیف کے بالائے بعضی حدت کے قریب تر پہنچتا ہے یعنی اس کا حوصلہ موج گھٹتا ہے تا وہ نہاد بے قاعدہ انتشار نور کا نظریہ بھی اسی نتیجہ پر پہنچتا ہے۔ جے کیبیمن (J. Cabannes) نے دریافت کیا کہ بلور اور آئٹلینڈ سپار کی قلموں میں رامن خطوں کی حدت اور لا تقطیبیت قلموں کی محوری سمت کے تابع ہے۔

جن قلموں کی لا تقطیبیت ایکائی سے بڑھ کر سے ان میں رامن اثر کی حدت زیادہ ہے مگر مائعات میں لا تقطیبیت کی قیمت ہمیشہ ایکائی سے کم پائی گئی۔

سانوینز نے کاربن ٹٹر کلورائیڈ (CCl₄) کے ساتھ تجربہ کر کے یہ رائے قائم کی کہ اگر یہ فرض کر لیا جائے کہ رامن اثر کے مقطب خطوط میں سالمہ کے اندر ارتعاش کی ابتدائی اور آخری سمتیں ایک دوسرے کی متوازی ہیں غیر مقطب خطوط میں باہر گیر علی القوام و جزوی مقطب خطوط میں ترجیحی تو اکثر مشابہت کی توجیہ ہو سکتی ہے۔

چوڑائی کے لحاظ سے رامن خطوط کی تین بڑے گروہوں میں تقسیم ہوتی ہیں

- (۱) ایک انگسٹروم سے کم چوڑائی (قلموں میں)
- (۲) ایک سے لے کر تین انگسٹروم تک (اکثر و بیشتر مشاہدہ شدہ خطوط)
- (۳) پانچ سے لے کر تیس انگسٹروم تک (معدنی مرکبات میں)

رامن اثر گیسوں اور بخاروں میں — گیسوں اور بخاروں

سے جو نور بکھرتا ہے اس کی حدت بہ نسبت بائٹات اور ٹھوس اشیاء سے بکھرے ہوئے نور کے بہت کم ہوتی ہے۔ اس لیے گیسوں میں اس اثر کا مطالعہ کرنے کے لیے بھاری دباؤں اور بڑی طاقت کے طیف نماؤں کی ضرورت ہے۔

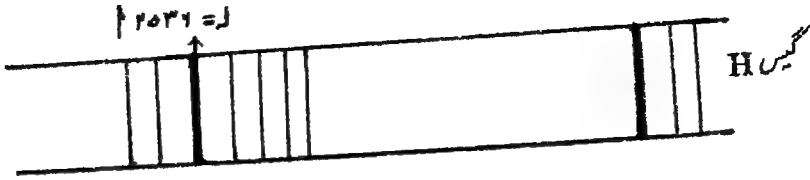
ایچ۔ ایس۔ ایلن (H.S. Allen) نے اپنا یہ خیال ظہر کیا تھا کہ ہائیڈروجن گیس میں برقی اخراج سے جو ثانوی طیف رونما ہوتا ہے اس کے اکثر مدہم خطوط رامن اثر سے پیدا ہوتے ہیں جن کی تحریک باصطحت خطوط کے اشتعاع سے ہوتی ہے۔ بعد کو ہندوستان میں دیو دھار نے اس کی تصدیق کی اور اسٹوکس اور فنڈل اسٹوکس ہر دو قسم کے رامن خطوط کا پتہ چلایا۔

آر۔ ڈبلیو۔ ووڈ (R. W. Wood) نے ہائیڈروکلورک گیس (HCl) میں پارے کے طیفی خط لہ = $2.0.46 \times 10^8$ کے نور کو بکھرا کر رامن خط لہ = $2.5.81 \times 10^8$ مشاہدہ کیا جس کا موج عدد ϵ پائین سرخ خط لہ = 3.266×10^8 مہ کے متناظر ہے اور جو HCl گیس کے انجذابی بند کے انتہائی حدود کے تقریباً عین وسط کا طول موج ہے۔

کڑھوائی کے دباؤ پر انونیا گیس (NH_3) سے ہر محرک خط کا ذرا ایک واحد رامن خط پیدا کرتا ہے۔ کاربن مان آکسائیڈ (CO) ایک رامن خط دیتا ہے جو گیس کے پائین سرخ انجذابی بند کے تعدد کا فرق رکھتا ہے۔ اور کاربن ڈائی آکسائیڈ (CO_2) سے جو رامن خط حاصل ہوتا ہے دو پائین سرخ انجذابی بندوں کے تفاوت کا فرق رکھتا ہے۔

شکل ۱۵۱ میں ریسٹی (Rasetti) کے تجربہ سے ہائیڈروجن گیس کے رامن خطوط نقل کیے گئے ہیں۔ [پارے کا قوسی لمپ بطور محرک استعمال ہوا ہے]۔

جے۔ سی۔ ایم۔ میک لینن (J. C. M. Mc Lennan) نے



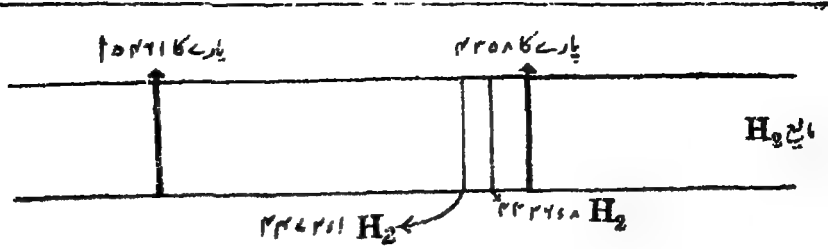
شکل ۱۵۸

آکسیجن ہائیڈروجن اور نائٹروجن گیسوں میں رامن اثر کے خطوط باہر گر مساوی فاصلوں پر واقع ہیں۔

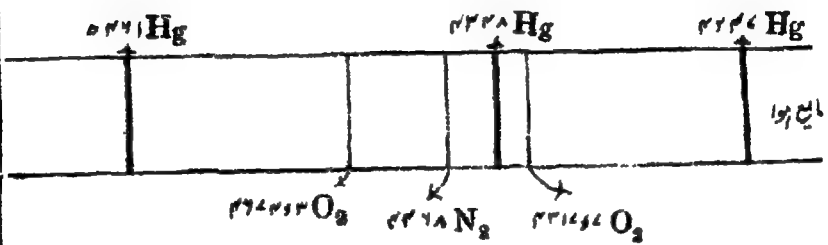
مائع آکسیجن، نائٹروجن، ہائیڈروجن اور نیٹرس آکسائیڈ (N_2O) کے ساتھ تجربے کیے۔ اور معلوم کیا کہ مائع نائٹروجن میں ایک رامن خط ملتا ہے جس کا اوسط موج عدد تقریباً ۲۳۲۸۵ سمٹر ہے۔ امد مائع آکسیجن میں تقریباً ۱۵۵۱۵ سمٹر اوسط موج عدد۔ چونکہ ۱۵۵۲ سمٹر آکسیجن کے سالمہ کا طبعی حالت میں اولی (primary) ارتعاشی موج عدد متصور ہوتا ہے اس لیے اس کے چار رامن خطوط کی پیدائش میں جو موج عدد شامل ہوتے ہیں یہی اولی ارتعاشی موج عدد ہیں۔

نظریہ بتاتا ہے کہ مائع ہائیڈروجن میں سالمات کا ایک ایسا گروہ ہوتا ہے جن میں گردشوں کا مرور $m = 2$ سے $m = 1$ تک ہو سکتا ہے اور ایک دوسرے گروہ جن کا گردشوں کا مرور $m = 3$ سے $m = 1$ تک ہے۔ ہیک لیڈن کے تجربوں سے ظاہر ہوتا ہے کہ مائع ہائیڈروجن کے چند سالمات صفر ارتعاشی اور صفر گردش حالتوں میں ہیں اور چند دوسرے سالمات صفر ارتعاشی اور پہلی قدری گردش حالتوں میں۔ مہذا قسم اول کے سالمات تعداد میں قسم دوم کے سالمات کے دو چند و سہ چند کے بین بین واقع ہیں۔ بدین وجہ پست تپشوں پر ہائیڈروجن دو بالکل مختلف نوعیتوں کے سالمات کا آمیزہ ہے۔

شکل ۱۵۹ میں مائع ہائیڈروجن کے رامن خطوط بتائے گئے ہیں اور شکل ۱۶ میں مائع ہوا کے۔

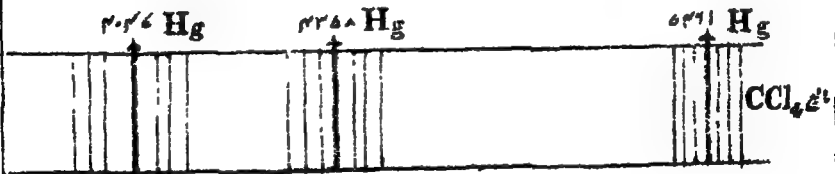


شکل ۱۵۹



شکل ۱۶۰

رامن اثر مایعات میں — جیسا کہ شکل ۱۶۱ میں بتایا گیا ہے کاربن ڈیٹرائیڈ (CCl_4) کے رامن اثر کا طیف محرک اشعاعی خط کے ہر دو جانب تین تین متساوی الفصل خطوط پر مشتمل ہے۔



شکل ۱۶۱

ڈاڈیو (Dadiou) اور کوہلراؤش (Kohlrausch) نے بہت اچھی طرح پاک و صاف کیے ہوئے پانی میں تقریباً $l = 3$ مہ کے قریب دو چوڑے بند مشاہدہ کیے تھے۔ گنیشن (Ganesan) اور وٹکنیسوارن (Venkateswaran) نے بتایا کہ یہ بند تین علیحدہ علیحدہ اجزاء پر مشتمل ہیں جن کے طول موج غلی الترتیب ۲۷۷، ۲۷۹، ۲۸۰ مہ ہیں۔

نملوں کے آبی محلولوں کے رامن اثر میں نمک اور پانی دونوں کی خصوصیات پائی جاتی ہیں۔ گنیشن اور وٹکنیسوارن نے سلفیورک، ہیڈروکلورک اور نیٹرک ترشوں کے آبی محلولوں میں پانی کے معروف بند مشاہدہ کیے جو ترشہ کے ارتکاز کی ترقی کے ساتھ زیادہ قلیں ہوتے جاتے ہیں۔ فلفٹ فلزی اصفیوں کے کاربونیٹوں کے آبی محلولوں سے بھی اسی نوع کے رامن خطوط پیدا ہوتے ہیں۔ سلفیٹوں اور نیٹرٹیوں کے آبی محلولوں سے بھی ایسے ہی خطوط مشاہدہ ہوتے ہیں۔ پس رامن خطوط کے تعددوں $(\pm \epsilon)$ میں جو اختصاصی تعدد $(\pm \epsilon)$ شامل ہیں وہ ترشوں کے روانی شدہ (ایونا سٹریڈ) اصفیوں سے پیدا ہوتے ہیں۔

رامن اثر قلماء کے پانی والے کھوس اشیاء میں۔

کرشنن (Krishnan) نے جپسم $(CaSO_4 + 2H_2O)$ کے رامن خطوط کا مطالعہ کیا تو (SO_4) والے خطوط کے علاوہ مزید تین تیز خطوط (جو قلماء کے پانی سے متعلق ہیں) $l = 28$ مہ، 29 مہ اور 30 مہ کے تقریباً اس جگہ مشاہدہ ہوئے جہاں پانی اور ریج کے انجذابی بند کے اجزاء دکھائی دیتے ہیں۔ شایف (Schaefer) کو اس تجربہ میں قلماء کے پانی کے صرف دو خط دریافت ہوئے۔ اس کی رائے ہے کہ کرشنن نے جو تین خط مشاہدہ کیے تھے ان میں سے دو ایک دوسرے خط (doublet) سے متعلق ہیں جو پانی کے سالمات

کے سنجوگی اثر سے رونا ہوتے ہیں۔
 قلموں کے رامن خطوط تیز ہوتے ہیں اور تیش کی ترقی کے ساتھ ان کی
 تیزی گھٹتی اور انتشار بڑھتا ہے۔

لینڈنبرگ اور مینڈیلسٹام (Landsberg and Mandelstamm)

نے دریافت کیا کہ آئس لینڈ اسپار کے رامن فیفی خطوط میں سے ایک خط (CO_3)
 رواں (ایون) کے مناظری غیر عامل اساسی تعدد کے متناظر ہے۔

شیفر، ماٹوسی (Matossi) اور آڈرہولڈ (Aderhold)
 نے لامہ (کاربونیٹ، نیٹریٹ، کلوریٹ اور برومیٹ) گروہوں اور
 نیز لامہ (سلفیٹ، سیلینیٹ، امونیم فوسفیٹ اور امونیم کلورائیڈ)
 گروہوں کے رامن طیفوں کے فوٹو گراف لیے تو معلوم ہوا کہ لامہ گروہوں
 میں غیر عامل تعدد کا خط ہمیشہ بہت ہی واضح ہوتا ہے اور محور کے متوازی
 ارتعاشوں کا خط ہمیشہ معدوم رہتا ہے۔ لامہ گروہوں میں چار تعدد
 ہوتے ہیں جن میں سے دو غیر عامل ہیں۔

رامن اثر کا مختصر نظریہ - مادی واسطوں میں

سے جب نور گزرتا ہے تو واضح ہے کہ عام طور پر مادہ کے سالمات اور
 واقع نور کے مابین توانائی اور معیار حرکت کا تبادلہ ہوتا ہے۔ گویا سالمہ اور
 نور کے قدریہ میں ایک طرح کا تصادم واقع ہوتا ہے جس میں سالمہ ایک
 قدری حالت سے نکل کر دوسری قدری حالت میں چلا جاتا ہے اور نتیجتاً
 توانائی جذب کرتا ہے یا خارج - پس عموماً بکھرے ہوئے نور کے قدریہ کا
 تعدد اور اخراج کی سمت واقع نور کے قدریہ سے مختلف ہوتے ہیں۔ یہ
 تصور کیا جاسکتا ہے کہ واقع نور کا قدریہ جذب ہو جاتا ہے اور ایک دوسرا
 قدریہ سالمہ سے خارج ہوتا ہے جو "بکھرے ہوئے" نور کا قدریہ کہلاتا
 ہے۔ اس عمل میں دو مختلف صورتیں غور طلب ہیں۔

اگر نور کے بکھرنے میں سالمہ کی قدری حالت نہیں تبدیل ہوتی ہے تو بکھرے ہوئے اشعاع کا تعدد واقع نور کے تعدد سے تقریباً منطبق ہوتا ہے۔ یہ صورت افتراق بلا تبدیلی تعدد یا انتصالی افتراق (Coherent scattering) کی ہے۔ قدیم طبیعیات کے نظریہ (Classical theory) میں اس قسم کے بکھراؤ سے بحث کی جاتی ہے۔

۱۹۲۳ء میں اسمیکال (Smekal) نے ایک دوسرے قسم کے بکھراؤ کا امکان ظاہر کیا جس میں سالمہ توانائی کی ایک سطح سے نکل کر ایک دوسری سطح تک پر پہنچتا ہے یعنی اس کی توانائی میں تبدیلی واقع ہوتی ہے۔ فرض کرو کہ واقع اور منفرد نور کے تعدد علی الترتیب E اور E' ہیں۔ پس اصول بقائے توانائی کی رو سے

$$E + E' = E_0 + E_1 \quad \text{جس میں } E_0 = \text{پلائنک کا مستقل عمل}$$

پس بکھرے ہوئے نور میں تعدد کا تفاوت

$$E' - E = E_0 \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{h'} \right) \quad (1)$$

اس سے یہ نتیجہ برآمد ہوتا ہے کہ بکھراؤ کے دوران میں توانائی کی تبدیلی بالائزما سالمہ کے اخراجی (Emission) طیف کے تعددوں میں سے ایک تعدد کے مساوی ہے۔ اگرچہ یہ ممکن ہے کہ قاعدہ انتخاب (Selection Rule) اس کے متناظر مورد کو ممنوع قرار دے۔ یہ صورت غیر انتصالی افتراق کی ہے جو اب رامن اثر کے نام سے مشہور ہے۔

ان دو قسم کے افتراقلوں میں بڑا اختلاف یہ ہے کہ جو نور بلا تبدیلی تعدد منفرد ہوتا ہے یعنی بکھرتا ہے اس کا واقع نور کے ساتھ تداخل ہوتا ہے۔ انتشار نور (dispersion) سی تداخل سے پیدا ہوتا ہے۔ لیکن رامن اثر میں جو نور منفرد ہوتا ہے اس کا واقع نور کے ساتھ تداخل نہیں ہوتا۔

رامن اثر کی توجیہ میں فرض کیا جاتا ہے کہ یہ اثر نور کے ایک قدریہ اور مادہ کے سالمہ کے تصادم سے پیدا ہوتا ہے جس میں قدریہ $h\nu$ توانائی کا تفاوت (متن - متن) یا تو خارج کرتا ہے یا جذب کر لیتا ہے۔ اور اس طرح ایک دوسرے قدریہ میں تبدیلی ہوتا ہے جس کا تعدد

$$h\nu' = h\nu - (متن - متن) = h\nu \pm h\nu' \dots (۲)$$

جس میں $h\nu$ واقع اور $h\nu'$ واقع اور متفرق نور سے متعلق ہیں۔

رامن اثر کے خطوط کی حد تول میں جو اختلاف مشاہدہ ہوتا ہے اس کی اس طرت توجیہ ہوسکتی ہے۔ ہمیں معلوم ہے کہ مادہ کی واسطہ کے سالمات متن متن متن وغیرہ توانائیوں کی قدریہ حالتوں میں منقسم رہتے ہیں۔ ان میں تقسیم کو بولٹسمان (Boltzmann) کے کلیہ کے تابع تصور کیا جائے تو ایسے سالمات کی تعداد N جو کسی نوعی حالت متن متن میں ہوں مساوات ذیل سے دریافت ہوتی ہے :-

$$N = N_0 e^{-\frac{E}{kT}} \dots (۳)$$

جس میں N_0 ایک مستقل ہے، N سالمات کی جملہ تعداد، E حالت زیر بحث کی اعداد و شماری (Statistical) اہمیت یا وزن ہے اور k بولٹسمان کا مستقل۔ (طہ مطلق تپش اور قوانین ٹیری نوکازو کا اساس)۔ اس جملہ سے ظاہر ہے کہ اسٹوکیس خطوط کی حد متن متن کسی کی حد متن سے کس لیے زیادہ ہے۔ اول الذکر خطوط ایسے سالمات کے متناظر ہیں جن کی توانائی کی قیمت گھٹتی ہے اور یہ سالمات زائد توانائی والے سالمات سے تعداد میں بڑھے ہوئے ہیں۔ واقعہ یہ ہے کہ متن متن کی قیمت جس قدر کم ہوگی متن متن کی قیمت زیادہ ہوگی پس اعداد و شماری

توازن کا نتیجہ یہ ہوتا ہے کہ اسٹوکس مرور کی پائیت نقد اسٹوکس مرور کم کثرت کے ہوتے ہیں۔

غیر انقبالی افتراق میں خطہ کی شدت کا خند پائیت رکھتا ہے۔ قدری میکانیات اور اور برقی حرکیات سے جو ہے جو ہے خطہ کی شدت کے لیے حسب ذیل ضابطہ جس جوتا ہے :-

$$E = E_0 \pm E_1$$

$$H = \left[\frac{1}{2} \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{m'} \right) \right] \{ \text{ہم } 2 \} = \left(\frac{E}{E_0} \pm \frac{E_1}{E_0} \right)$$

$$\left[\left(\frac{E_0}{E_1} - \frac{E_1}{E_0} \right) \right] \{ \dots \dots \dots \} \dots \dots \dots (5)$$

اس ضابطہ میں E_0 = اولی اشعار کا حیطہ ارتعاش سے اس ایک مستقل ہے جو دوں حالت میں موجود سامات کی تعداد کے متناسب ہے۔ E_1 اور E_0 کی اعداد ہیں جو حالت کے E_0 و E_1 اور E_0 حالتوں میں از خود مرور کے احتمالات کو تعمیر کرتے ہیں۔

یہ ضابطہ کریمرز (Kramers) اور ہائیزنبرگ (Heisenberg)

نے ۱۹۲۵ء میں اپنے نظریہ انتشار نور سے متعلق خند کیا تھا۔ راب قدری میکانیات سے ذریعہ زیادہ صحیح اصول پر ثابت ہوا ہے۔ اس ضابطہ میں یہ قدرت ہے کہ اس میں مرور و E_0 کا احتمال شامل نہیں ہے۔ $(E_0 \pm E_1)$ نقد والے رامن خطہ کی شدت، غیر منحد صحنے کے لیے اس کا کافی ہے کہ و اور E_0 حالتیں ایک تیسری حالت کے ساتھ مرکب بننے کے قابل ہوں۔ و E_0 مرور ممنوع بھی ہو سکتا ہے۔ اس سے یہ نتیجہ نکلتا ہے کہ اگرچہ ہر ایک رامن خطہ سالمہ کے طبع کے ایک معین خط کا مناظر ہے۔ تاہم ان دونوں صورتوں میں ان کی حد میں بالکل مختلف ہو سکتی ہیں۔

سالمات کے خواص اور ان کی ساخت کی تحقیق میں رامن اثر کو بڑی اہمیت حاصل ہے۔ چنانچہ پیٹنبرگ^{۹۲} میں فیراڈے سوسائٹی کے ایک اجلاس میں اس اثر پر بہت تفصیل کے ساتھ بحث کی گئی اور متعدد مضامین پڑھے گئے۔ اس اثر کے ذریعہ منجملہ اور امور کے N کی صنف کے دو جوہری سالمات کے جمود کے معیار اثر کی بلحاظ ”عرضی“ محور حابی تعیین ہو سکتی ہے۔ سالمات کی ساخت کے متعلق معلوم ہو سکتا ہے کہ آیا وہ اپنے جواہر کی ترتیب کے لحاظ سے متشکل ہیں یا غیر متشکل، خطی ہیں یا کروی، وغیرہ وغیرہ۔

تاکر شد

فہرست اصطلاحات

طبیعی مناظر

انگریزی	A	اُردو	انگریزی	B	اُردو
Aberration		ضلالت	Band spectrum		بندناطیف
Absent (spectrum)		مفقور یا غیر موجود (طیف)	Betelgeuse		ابطالجزاؤ
Absolute motion		مطلق حرکت		C	
Absorption (spectrum)		انجذاب (طیف)	Canada Balsam		کینیڈا البسان
Achromatic (curves)		خیر لونی یا بے رنگ (منحنی)	Canal rays		نہری شعاعیں
Aelotropic		غیر قسوی استروت	Capella		عیقوق
Analyzer		مشرح	Cirrus (cloud)		ریشہ نما (ابر)
Anomalous (dispersion)		بیضی انتک	Class (of spectrum)		(طیف کا) درجہ
Antares		قلب العرب	Co-efficient		سر
Aperture		سہوہ	Coherent (scattering)		اتصال (افراق)
Astigmatism		عدم ماسکیت	Compensator		معاوض
Astrophysics		ہیئتیں طبیعیات	Complex		ملقف
Atomic number		جوہری عدد	Concave grating		مقعر جالی
Azimuthal		الستہی	Conical refraction		مخروطی انعطاف

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Continuum (four-dimensional) {	(چار ابعادی) سلسلہ {	Emission (spectrum)	اخراجی طیف
(Fitzgerald-Lorentz) {	(فٹزجرالڈ-لورینٹز) {	Empirical	امتیحانی
Contraction	سکڑاؤ	Enhanced (lines)	ازدیادی (خطوط)
Converging	مستق (موج عدد)	Envelope	لغات
(wave number)		Ether drift	ایتری بہاؤ
Corona	اکلیل	Event	واقعہ
Curvature (of space)	(فضائی) انحناء	External (conical refraction)	بیرونی (مخروطی) انعطاف
D		F	
Depolarization	لاقطبیت	Field	میدان قوت
Diffraction (of light)	انکسار (نور)	Fine structure	(خطوط کی) باریک ساخت
Diffuse Series	منتشر سلسلہ	(of lines)	
Direction cosines	سمتی جیب تمام	Fluorescence	فلورینس یا سیل اسپاری تنہتر
Dispersion	امتشار	Frequency	تعدد
Displacement	ہٹاؤ	Fundamental Series	اساسی سلسلہ
Doubler	مضعف	G	
Double refraction	دوہرہ یا دو ٹیلا انعطاف	General Theory	عام نظریہ اضافیت
Doublet	دوہرہ (طیفی خط)	of Relativity	
Draco	درکین	Grating	جالی
E		Gravitational	تجاذبی
Electronic band	برقی بند	H	
Electron Spin	برقی گھماؤ	Halo	ہالہ
Ellipsoid	کرہ نما		

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Heat (of a series)	سلسلہ (کا) حر	Micron	مائکرون
I		Mizar	میزر
Intra-red	بائیں سرخ	Molecular scattering	سالمی بکھراؤ یا افتراق
Integral	تختل	Moment of inertia	جمود کا معیار یا اثر
Interference	تداخل	Mounting	تقسیم
Interferometer	تداخل پیم	Multiplet	ضعفی خط
Internal (Conical refraction)	اندرونی (قرطبی انکسار)	N	
Interval	وقفہ	Non-coherent (scattering)	غیر اتصالی (افتراق)
Inverse (Zeeman Effect)	مقلوب زیمانی اثر	Non-crystalline	نقلا
Ion	رواں یا ایون	Normal	عماد
Isochromatic	ہم لونی	Nucleus	مرکزہ
Isotropic	متساوی السموت	O	
L		Oblate (spheroid)	چپٹا کرہ نما
Larmor Precession	لارمری استقبال	Orbital motion	مداری حرکت
Lemniscate	ایٹرن یا دو چشمہ منحنی	Order (of spectrum)	(طیف کا) مرتبہ
M		Oscillator	مہترز
Magellanic cloud	مجلانی ابر	P	
Magneton	مقنیتہ	Parameter	مبتدل
Magnitude (optical)	(مناظری) قدر	Parallax	اختلاف منظر
Mechanical pressure	میکانی دباؤ	Perihelion	حضیف
Meteorology	جوئیات	Phase integral	ہستی کی منزل
		Phosphorescence	تیز تر

انگریزی	اردو	انگریزی	اردو
Polarization	تقطیب	Selective reflection	انتخابی انعکاس
Polarizer	مقطب	Series	سلسلہ
Postulate	اسول و ضوعہ	Set	سٹ
Potential	قوتہ	Sharp (series)	تیز (سلسلہ)
Primary	اولی	Singlet	اکہرا خط
Principal (series)	صدر (سلسلہ)	Singular ray velocity	واحد شعاعی رفتار
Projection	پلٹ	Singular wave velocity	واحد موجی رفتار
Puppis	پسکان		
Q			
Quantum	قدریتہ	Sirius	شعرا
Quantum number	قدریتی عدد	Slit	چھری
R		Space curvature	فضائی انحناء
Radiometer	ریڈیا میٹر	Special theory	اختصاصی نظریہ اضافیت
Radius vector	نقطہ سمتی	of relativity	
Rectangular	مستطیل	Spectrograph	طیف نگار
Relativity	اضافیت	Spiral	لولبی
Resolving power	تحلیلی طاقت	Splitting factor	افتراقی خروغری
Resonance	مکمل	Stark Effect	اشارگی اثر
Restitution (force of)	(قوت بازوئی)	Stratus cloud	طبق نما ابر
Rhomb	رومب یا مجسم معین	Stress	مماسی زور
Rotational band	گردشی بند	Systematic (error)	تنبی (خطا)
S		T	
Satellite	تابع	Transformation	استحاله
Scattering	بکھراؤ یا افتراق	Transformer	متبدل

انگریزی	اُردو	انگریزی	اُردو
Transition	مرور	Venus	زُہرا
Triplet	تہرا خط	Vibro-rotatory	اہترازی گردش
U		W	
Undetermined	} غیر معین ضارب	Wave front	ناصیہ موج
multiplier		Wave mechanics	موجی میکانیات
Unvariant	نامستغیر	Z	
V		Zeeman Effect	زیمانی اثر
Valency electron	گرفتگی برقیہ	Zone plate	منطقہ تختی

اغلاطانا

طبعی مناظر

صحیح	غلط	نہما	صحیح	غلط	نہما
د	ر	۳۹	شمالوی	شمالوی	۸
قطر فطری	قطر فطری	۷	۱۰ بک ج پر چھوٹے سوراخ کے نشانہ ہونے چاہیے	۱۰ بک ج پر چھوٹے سوراخ کے نشانہ ہونے چاہیے	۲۲
Breust-	Brewster	۷	مجازی	مجازی	۲۸
د د	و و	۱	م م	م م	۲۹
صلیبی	صلیبی	۴	فرینیل	فرینیل	۳۵
تلمبند	قاند	۱۰	(دیکھو)	(دیکھو)	۳۶
د	د	۲۲	—	=	۳۷
ث ث	ث ث	۱۳	متوازی	متوازی	۳۹
ا ا	ا ا	۷	س س	س س	۴۰
ا ا	ا ا	۷	ع ع	ع ع	۷
ہ ہ	ہ ہ	۲۵	ع ع	ع ع	۷
پ پ	پ پ	۲۰	ع ع	ع ع	۷
قریب	قریب تر	۷	ع ع	ع ع	۷
۲	۲	۸۹	روخ تہ	روخ تہ	۳۲
جب	جب	۲	۲-۱	۲-۱	۳۳
منفذ	منفذ	۱۲			

صحیح	غلط	صحیح	غلط	صحیح	غلط	صحیح	غلط
زیادہ درجوں	زیادہ درجوں	۱۱۳	۷	زیادہ درجوں	زیادہ درجوں	۱۱۳	۷
دو درج	دو درج	۱۱۴	۸	دو درج	دو درج	۱۱۴	۸
رتبہ	رتبہ	۱۱۵	۹	رتبہ	رتبہ	۱۱۵	۹
کا رتبہ	کا رتبہ	۱۱۶	۱۰	کا رتبہ	کا رتبہ	۱۱۶	۱۰
رتبہ	رتبہ	۱۱۷	۱۱	رتبہ	رتبہ	۱۱۷	۱۱
کے رتبہ	کے رتبہ	۱۱۸	۱۲	کے رتبہ	کے رتبہ	۱۱۸	۱۲
H _β	H _β	۱۱۹	۱۳	H _β	H _β	۱۱۹	۱۳
متعلقہ	متعلقہ	۱۲۰	۱۴	متعلقہ	متعلقہ	۱۲۰	۱۴
اکبر	اکبر	۱۲۱	۱۵	اکبر	اکبر	۱۲۱	۱۵
h	h	۱۲۲	۱۶	h	h	۱۲۲	۱۶
ایسے	ایسے	۱۲۳	۱۷	ایسے	ایسے	۱۲۳	۱۷
انگشٹروں	انگشٹروں	۱۲۴	۱۸	انگشٹروں	انگشٹروں	۱۲۴	۱۸
طیفی درجوں	طیفی درجوں	۱۲۵	۱۹	طیفی درجوں	طیفی درجوں	۱۲۵	۱۹
کی تنصیب	کی تنصیب	۱۲۶	۲۰	کی تنصیب	کی تنصیب	۱۲۶	۲۰
میدان	میدان	۱۲۷	۲۱	میدان	میدان	۱۲۷	۲۱
شوائشٹلڈ	شوائشٹلڈ	۱۲۸	۲۲	شوائشٹلڈ	شوائشٹلڈ	۱۲۸	۲۲
H _γ	H _γ	۱۲۹	۲۳	H _γ	H _γ	۱۲۹	۲۳
منعطف	منعطف	۱۳۰	۲۴	منعطف	منعطف	۱۳۰	۲۴
ایٹھ	ایٹھ	۱۳۱	۲۵	ایٹھ	ایٹھ	۱۳۱	۲۵
گلیز بروک	گلیز بروک	۱۳۲	۲۶	گلیز بروک	گلیز بروک	۱۳۲	۲۶
ط	ط	۱۳۳	۲۷	ط	ط	۱۳۳	۲۷
رفتار (ر)	رفتار (ر)	۱۳۴	۲۸	رفتار (ر)	رفتار (ر)	۱۳۴	۲۸
نقطہ	نقطہ	۱۳۵	۲۹	نقطہ	نقطہ	۱۳۵	۲۹
سہول	سہول	۱۳۶	۳۰	سہول	سہول	۱۳۶	۳۰
۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۷	۱۱۳	۱۱۳	۱۱۳	۷
۱۱۴	۱۱۴	۱۱۴	۸	۱۱۴	۱۱۴	۱۱۴	۸
۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۹	۱۱۵	۱۱۵	۱۱۵	۹
۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۰	۱۱۶	۱۱۶	۱۱۶	۱۰
۱۱۷	۱۱۷	۱۱۷	۱۱	۱۱۷	۱۱۷	۱۱۷	۱۱
۱۱۸	۱۱۸	۱۱۸	۱۲	۱۱۸	۱۱۸	۱۱۸	۱۲
۱۱۹	۱۱۹	۱۱۹	۱۳	۱۱۹	۱۱۹	۱۱۹	۱۳
۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۴	۱۲۰	۱۲۰	۱۲۰	۱۴
۱۲۱	۱۲۱	۱۲۱	۱۵	۱۲۱	۱۲۱	۱۲۱	۱۵
۱۲۲	۱۲۲	۱۲۲	۱۶	۱۲۲	۱۲۲	۱۲۲	۱۶
۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۷	۱۲۳	۱۲۳	۱۲۳	۱۷
۱۲۴	۱۲۴	۱۲۴	۱۸	۱۲۴	۱۲۴	۱۲۴	۱۸
۱۲۵	۱۲۵	۱۲۵	۱۹	۱۲۵	۱۲۵	۱۲۵	۱۹
۱۲۶	۱۲۶	۱۲۶	۲۰	۱۲۶	۱۲۶	۱۲۶	۲۰
۱۲۷	۱۲۷	۱۲۷	۲۱	۱۲۷	۱۲۷	۱۲۷	۲۱
۱۲۸	۱۲۸	۱۲۸	۲۲	۱۲۸	۱۲۸	۱۲۸	۲۲
۱۲۹	۱۲۹	۱۲۹	۲۳	۱۲۹	۱۲۹	۱۲۹	۲۳
۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۲۴	۱۳۰	۱۳۰	۱۳۰	۲۴
۱۳۱	۱۳۱	۱۳۱	۲۵	۱۳۱	۱۳۱	۱۳۱	۲۵
۱۳۲	۱۳۲	۱۳۲	۲۶	۱۳۲	۱۳۲	۱۳۲	۲۶
۱۳۳	۱۳۳	۱۳۳	۲۷	۱۳۳	۱۳۳	۱۳۳	۲۷
۱۳۴	۱۳۴	۱۳۴	۲۸	۱۳۴	۱۳۴	۱۳۴	۲۸
۱۳۵	۱۳۵	۱۳۵	۲۹	۱۳۵	۱۳۵	۱۳۵	۲۹
۱۳۶	۱۳۶	۱۳۶	۳۰	۱۳۶	۱۳۶	۱۳۶	۳۰
۱۳۷	۱۳۷	۱۳۷	۳۱	۱۳۷	۱۳۷	۱۳۷	۳۱
۱۳۸	۱۳۸	۱۳۸	۳۲	۱۳۸	۱۳۸	۱۳۸	۳۲
۱۳۹	۱۳۹	۱۳۹	۳۳	۱۳۹	۱۳۹	۱۳۹	۳۳
۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰	۳۴	۱۴۰	۱۴۰	۱۴۰	۳۴
۱۴۱	۱۴۱	۱۴۱	۳۵	۱۴۱	۱۴۱	۱۴۱	۳۵
۱۴۲	۱۴۲	۱۴۲	۳۶	۱۴۲	۱۴۲	۱۴۲	۳۶
۱۴۳	۱۴۳	۱۴۳	۳۷	۱۴۳	۱۴۳	۱۴۳	۳۷
۱۴۴	۱۴۴	۱۴۴	۳۸	۱۴۴	۱۴۴	۱۴۴	۳۸
۱۴۵	۱۴۵	۱۴۵	۳۹	۱۴۵	۱۴۵	۱۴۵	۳۹
۱۴۶	۱۴۶	۱۴۶	۴۰	۱۴۶	۱۴۶	۱۴۶	۴۰
۱۴۷	۱۴۷	۱۴۷	۴۱	۱۴۷	۱۴۷	۱۴۷	۴۱
۱۴۸	۱۴۸	۱۴۸	۴۲	۱۴۸	۱۴۸	۱۴۸	۴۲
۱۴۹	۱۴۹	۱۴۹	۴۳	۱۴۹	۱۴۹	۱۴۹	۴۳
۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۴۴	۱۵۰	۱۵۰	۱۵۰	۴۴
۱۵۱	۱۵۱	۱۵۱	۴۵	۱۵۱	۱۵۱	۱۵۱	۴۵
۱۵۲	۱۵۲	۱۵۲	۴۶	۱۵۲	۱۵۲	۱۵۲	۴۶
۱۵۳	۱۵۳	۱۵۳	۴۷	۱۵۳	۱۵۳	۱۵۳	۴۷
۱۵۴	۱۵۴	۱۵۴	۴۸	۱۵۴	۱۵۴	۱۵۴	۴۸
۱۵۵	۱۵۵	۱۵۵	۴۹	۱۵۵	۱۵۵	۱۵۵	۴۹
۱۵۶	۱۵۶	۱۵۶	۵۰	۱۵۶	۱۵۶	۱۵۶	۵۰
۱۵۷	۱۵۷	۱۵۷	۵۱	۱۵۷	۱۵۷	۱۵۷	۵۱
۱۵۸	۱۵۸	۱۵۸	۵۲	۱۵۸	۱۵۸	۱۵۸	۵۲
۱۵۹	۱۵۹	۱۵۹	۵۳	۱۵۹	۱۵۹	۱۵۹	۵۳
۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۵۴	۱۶۰	۱۶۰	۱۶۰	۵۴
۱۶۱	۱۶۱	۱۶۱	۵۵	۱۶۱	۱۶۱	۱۶۱	۵۵
۱۶۲	۱۶۲	۱۶۲	۵۶	۱۶۲	۱۶۲	۱۶۲	۵۶
۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۵۷	۱۶۳	۱۶۳	۱۶۳	۵۷
۱۶۴	۱۶۴	۱۶۴	۵۸	۱۶۴	۱۶۴	۱۶۴	۵۸
۱۶۵	۱۶۵	۱۶۵	۵۹	۱۶۵	۱۶۵	۱۶۵	۵۹
۱۶۶	۱۶۶	۱۶۶	۶۰	۱۶۶	۱۶۶	۱۶۶	۶۰
۱۶۷	۱۶۷	۱۶۷	۶۱	۱۶۷	۱۶۷	۱۶۷	۶۱
۱۶۸	۱۶۸	۱۶۸	۶۲	۱۶۸	۱۶۸	۱۶۸	۶۲
۱۶۹	۱۶۹	۱۶۹	۶۳	۱۶۹	۱۶۹	۱۶۹	۶۳
۱۷۰	۱۷۰	۱۷۰	۶۴	۱۷۰	۱۷۰	۱۷۰	۶۴
۱۷۱	۱۷۱	۱۷۱	۶۵	۱۷۱	۱۷۱	۱۷۱	۶۵
۱۷۲	۱۷۲	۱۷۲	۶۶	۱۷۲	۱۷۲	۱۷۲	۶۶
۱۷۳	۱۷۳	۱۷۳	۶۷	۱۷۳	۱۷۳	۱۷۳	۶۷
۱۷۴	۱۷۴	۱۷۴	۶۸	۱۷۴	۱۷۴	۱۷۴	۶۸
۱۷۵	۱۷۵	۱۷۵	۶۹	۱۷۵	۱۷۵	۱۷۵	۶۹
۱۷۶	۱۷۶	۱۷۶	۷۰	۱۷۶	۱۷۶	۱۷۶	۷۰
۱۷۷	۱۷۷	۱۷۷	۷۱	۱۷۷	۱۷۷	۱۷۷	۷۱
۱۷۸	۱۷۸	۱۷۸	۷۲	۱۷۸	۱۷۸	۱۷۸	۷۲
۱۷۹	۱۷۹	۱۷۹	۷۳	۱۷۹	۱۷۹	۱۷۹	۷۳
۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۷۴	۱۸۰	۱۸۰	۱۸۰	۷۴
۱۸۱	۱۸۱	۱۸۱	۷۵	۱۸۱	۱۸۱	۱۸۱	۷۵
۱۸۲	۱۸۲	۱۸۲	۷۶	۱۸۲	۱۸۲	۱۸۲	۷۶
۱۸۳	۱۸۳	۱۸۳	۷۷	۱۸۳	۱۸۳	۱۸۳	۷۷
۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴	۷۸	۱۸۴	۱۸۴	۱۸۴	۷۸
۱۸۵	۱۸۵	۱۸۵	۷۹	۱۸۵	۱۸۵	۱۸۵	۷۹
۱۸۶	۱۸۶	۱۸۶	۸۰	۱۸۶	۱۸۶	۱۸۶	۸۰
۱۸۷	۱۸۷	۱۸۷	۸۱	۱۸۷	۱۸۷	۱۸۷	۸۱
۱۸۸	۱۸۸	۱۸۸	۸۲	۱۸۸	۱۸۸	۱۸۸	۸۲
۱۸۹	۱۸۹	۱۸۹	۸۳	۱۸۹	۱۸۹	۱۸۹	۸۳
۱۹۰	۱۹۰	۱۹۰	۸۴	۱۹۰	۱۹۰	۱۹۰	۸۴
۱۹۱	۱۹۱	۱۹۱	۸۵	۱۹۱	۱۹۱	۱۹۱	۸۵
۱۹۲	۱۹۲	۱۹۲	۸۶	۱۹۲	۱۹۲	۱۹۲	۸۶
۱۹۳	۱۹۳	۱۹۳	۸۷	۱۹۳	۱۹۳	۱۹۳	۸۷
۱۹۴	۱۹۴	۱۹۴	۸۸	۱۹۴	۱۹۴	۱۹۴	۸۸
۱۹۵	۱۹۵	۱۹۵	۸۹	۱۹۵	۱۹۵	۱۹۵	۸۹
۱۹۶	۱۹۶	۱۹۶	۹۰	۱۹۶	۱۹۶	۱۹۶	۹۰
۱۹۷	۱۹۷	۱۹۷	۹۱	۱۹۷	۱۹۷	۱۹۷	۹۱
۱۹۸	۱۹۸	۱۹۸	۹۲	۱۹۸	۱۹۸	۱۹۸	۹۲
۱۹۹	۱۹۹	۱۹۹	۹۳	۱۹۹	۱۹۹	۱۹۹	۹۳
۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۹۴	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۹۴
۲۰۱	۲۰۱	۲۰۱	۹۵	۲۰۱	۲۰۱	۲۰۱	۹۵
۲۰۲	۲۰۲	۲۰۲	۹۶	۲۰۲	۲۰۲	۲۰۲	۹۶
۲۰۳	۲۰۳	۲۰۳	۹۷	۲۰۳	۲۰۳	۲۰۳	۹۷
۲۰۴	۲۰۴	۲۰۴	۹۸	۲۰۴	۲۰۴	۲۰۴	۹۸
۲۰۵	۲۰۵	۲۰۵	۹۹	۲۰۵	۲۰۵	۲۰۵	۹۹
۲۰۶	۲۰۶	۲۰۶	۱۰۰	۲۰۶	۲۰۶	۲۰۶	۱۰۰
۲۰۷	۲۰۷	۲۰۷	۱۰۱	۲۰۷	۲۰۷	۲۰۷	۱۰۱
۲۰۸	۲۰۸	۲۰۸	۱۰۲	۲۰۸	۲۰۸	۲۰۸	۱۰۲
۲۰۹	۲۰۹	۲۰۹	۱۰۳	۲۰۹	۲۰۹	۲۰۹	۱۰۳
۲۱۰	۲۱۰	۲۱۰	۱۰۴	۲۱۰	۲۱۰	۲۱۰	۱۰۴
۲۱۱	۲۱۱	۲۱۱	۱۰۵	۲۱۱	۲۱۱	۲۱۱	۱۰۵
۲۱۲	۲۱۲	۲۱۲	۱۰۶	۲۱۲	۲۱۲	۲۱۲	۱۰۶
۲۱۳	۲۱۳	۲۱۳	۱۰۷	۲۱۳	۲۱۳	۲۱۳	۱۰۷
۲۱۴	۲۱۴	۲۱۴	۱۰۸	۲۱۴	۲۱۴	۲۱۴	۱۰۸
۲۱۵	۲۱۵	۲۱۵	۱۰۹	۲۱۵	۲۱۵	۲۱۵	۱۰۹
۲۱۶	۲۱۶	۲۱۶	۱۱۰	۲۱۶	۲۱۶	۲۱۶	۱۱۰
۲۱۷	۲۱۷	۲۱۷	۱۱۱	۲۱۷	۲۱۷	۲۱۷	۱۱۱
۲۱۸	۲۱۸	۲۱۸	۱۱۲	۲۱۸	۲۱۸	۲۱۸	۱۱۲
۲۱۹	۲۱۹	۲۱۹	۱۱۳	۲۱۹	۲۱۹	۲۱۹	۱۱۳
۲۲۰	۲۲۰	۲۲۰	۱۱۴	۲۲۰	۲۲۰	۲۲۰	۱۱۴
۲۲۱	۲۲۱	۲۲۱	۱۱۵	۲۲۱	۲۲۱	۲۲۱	۱۱۵
۲۲۲	۲۲۲	۲۲۲	۱۱۶	۲۲۲	۲۲۲	۲۲۲	۱۱۶
۲۲۳	۲۲۳	۲۲۳	۱۱۷	۲۲۳	۲۲۳	۲۲۳	۱۱۷
۲۲۴	۲۲۴	۲۲۴	۱۱۸	۲۲۴	۲۲۴	۲۲۴	۱۱۸
۲۲۵	۲۲۵	۲۲۵	۱۱۹	۲۲۵	۲۲۵	۲۲۵</	

